Regina Jasiūnienė
Virgina Valentinavičienė

Chemija

10





Regina Jasiūnienė
Virgina Valentinavičienė

Chemija

Vadovėlis X klasei

ŠVIESA

UDK 54(075.3)
Ja621

Recenzavo mokytoja ekspertė JANĖ LIUTKIENĖ, mokytoja metodininkė REGINA KAUŠIENĖ

Leidinio vadovas REGIMANTAS BALTRUŠAITIS
Redaktorės DANUTĖ SABONYTĖ, ZITA ŠLIAVAITĖ
Dailininkė ALDONA GRIŠKEVIČIENĖ
Dizainerė KRISTINA JĖČIŪTĖ

Vadovėlis atitinka kalbos taisyklingumo reikalavimus

Pirmasis leidimas 2013

ISBN 978-5-430-06167-8

Turinys

Mieli mokiniai!

Mokydamiesi chemijos aštuntoje ir devintoje klasėje, susipažinote su svarbiausiomis chemijos sąvokomis, kai kurių vieninių ir sudėtinių neorganinių medžiagų savybėmis, mokėtės tyrinėti, atpažinti dažniausiai naudojamas mūsų aplinkos medžiagas. Šiais mokslo metais pagilinsite žinias apie nemetalus ir plačiau nagrinėsite vandenilio, deguonies, azoto, sieros bei halogenų vieninių medžiagų ir šių elementų junginių savybes, gavimą, naudojimą, paplitimą gamtoje. Tai – pirmosios vadovėlio dalies mokomoji medžiaga. Antroji vadovėlio dalis – įvadas į organinės chemijos pasaulį. Joje atskleidžiama ypatinga anglies elemento savybė – gebėjimas sudaryti milžinišką skaičių įvairios sudėties ir struktūros medžiagų, su kuriomis susiduriame kiekviename žingsnyje. Nagrinėjami angliavandeniliai, kaip vieni svarbiausių energijos šaltinių (kuras, degalai) ir žaliava daugeliui organinių junginių gauti, deguonies ir azoto turinčios organinės medžiagos, tarp kurių – maisto pramonėje ir buityje naudojamos medžiagos: riebalai, angliavandeniai, baltymai, muilai, plovikliai, kosmetika, lakai, dažai. Nemetalų ir jų junginių, organinių junginių gavimas, naudojimas, radimas gamtoje siejamas su jų savybėmis.

Atlikdami rekomenduojamus bandymus, galėsite geriau suvokti nagrinėjamos medžiagos turinį, tobulinsite įgūdžius kelti hipotezes, planuoti, aprašyti stebėtus reiškinius, apibendrinti gautus rezultatus, daryti išvadas.

Kiekvieno skyriaus pradžioje paminėta, ką nauja sužinosite, ko išmoksite, ką prisiminsite. Skaitydami vadovėlį, atkreipkite dėmesį į specialius ženklus: sąvokų apibrėžtys išskirtos melsvu fonu, svarbūs teiginiai pažymėti ženklu ir pateikti ryškesniu šriftu, klausimai skyrelyje, skirti sustoti ir apmąstyti ką tik išnagrinėtą medžiagą, išskirti ženklu ?, o sunkesni uždaviniai – ženklu . Vadovėlyje rasite rubrikas „Prisiminkite“, „Tai įdomu“, „Pasitikrinkite žinias“ ir kt. Mokomoji medžiaga papildyta įdomia moksline-istorine informacija apie cheminių medžiagų savybes, naudojimą, atradimus. Atskleidžiamos ekologinės problemos, susijusios su netinkamu (dėl nežinojimo ar saugos taisyklių nesilaikymo) organinių ir neorganinių medžiagų naudojimu. Skyriai užbaigiami mokomosios medžiagos apibendrinimu.

Vadovėlyje smulkiu šriftu pateikta papildoma temos medžiaga, kuri gali padėti giliau suvokti nagrinėjamos medžiagos turinį, būti įdomi ir reikalinga tiems, kurie rengiasi konkursams, chemijos olimpiadoms. Nereikėtų išsigąsti pamačius kai kurias sudėtingas organinių junginių chemines formules. Jų mintinai išmokti nereikia, tačiau reikia mokėti jas analizuoti – įžvelgti jų sudėtį, struktūrą ir, atsižvelgiant į tai, prognozuoti savybes, taikymą ir kt.

Vadovėlio pabaigoje (prieduose) pateikta keletas uždavinių sprendimo pavyzdžių, reikalingos lentelės, žodynėlis.

Norime priminti, kad chemijos mokytis reikia labai nuosekliai, nes išdėstytos temos labai glaudžiai siejasi vienos su kitomis, viena kitą papildo, praplečia. Mokymasis šuoliais sunkina medžiagos suvokimą, atsiranda spragų praraja, o dėl to neretai ir nusivylimas dalyku „nieko nesuprantu“.

Tikimės, kad vadovėlis jums bus naudingas ir reikalingas. Chemija – įdomus „paslapčių mokslas“.

Nuoširdžiai dėkojame Alytaus A. Ramanausko-Vanago gimnazijos chemijos mokytojai ekspertei Janei Liutkienei už vertingas pastabas ir pasiūlymus.

Linkime sėkmės!
Autorės

I dalis
Nemetalai






Šioje vadovėlio dalyje

sužinosite,

- kokia yra nemetalų vieninių medžiagų sandara;
- kas lemia nemetalų fizikines ir chemines savybes;
- kokių bendrų ir skirtingų savybių turi nemetalai;
- kokie yra pagrindiniai nemetalų junginiai, kokiomis savybėmis jie pasižymi;
- kur ir kokiu pavidalu nemetalai paplitę gamtoje;
- kokie yra svarbiausi nemetalų ir jų junginių gavimo būdai;
- kuriuos nemetalus matote savo aplinkoje ir kurių nemetalų pagrindu yra sukurtos įvairios chemijos pramonės šakos;
- kokie cheminiai procesai vyksta atmosferoje;
- kokį poveikį aplinkai daro žmonių veikla ir kokių atsiranda ekologinių problemų.

Išmoksite

- pritaikyti jau žinomus dėsningumus nemetalų ir jų junginių savybėms apibūdinti;
- lyginti nemetalų atomų sandarą, fizikines ir chemines savybes;
- vertinti nemetalų ir jų junginių reikšmę kasdieniame gyvenime, jų naudojimo įtaką žmogui ir gamtai;
- tirti chemines medžiagas, atpažinti anijonus, rašyti vykstančių reakcijų bendrąsias ir jonines lygtis;
- spręsti chemijos uždavinius, taikydami dujų molinių tūrių santykį;
- apskaičiuoti reakcijos produkto kiekį arba masę, kai vienos pradinės medžiagos yra perteklius;
- apskaičiuoti reakcijos produkto kiekį, tūrį arba masę, kai pradinė medžiaga (žaliava) turi priemaišų;
- apskaičiuoti reakcijos produkto išeigą.

Prisiminsite

- nemetalų charakteristiką pagal padėtį periodinėje cheminių elementų lentelėje;
- nemetalų atomų sandarą;
- nemetalų cheminius ryšius;
- oksidacijos ir redukcijos reakcijas;
- kokios medžiagos yra rūgštys, o kokios – bazės, vienoms ir kitoms būdingas savybes.

Įvadas

Nemetalų apžvalga



Pirmojoje vadovėlio dalyje nuodugniau pažinsite nemetalus. Aiškindamiesi jų savybes, naudositės aštuntoje ir devintoje klasėje įgytomis žiniomis, suprasite, kas būdinga visiems nemetalams ir kuo jie vienas nuo kito skiriasi.

Nemetalus pradėsite nagrinėti nuo pačių aktyviausių – halogenų. Tada, artėdami periodine cheminių elementų lentele metalų link, laipsniškai susipažinsite su kitais nemetalais.

Gamtoje yra randami 92 elementai, iš jų tik 21 – nemetalas. Tačiau nemetalai sudaro daug įvairių junginių su metalais ir kitais nemetalais, kurie gamtoje yra labai paplitę įvairiuose mineraluose, sudarančiuose uolienas.

- **Vieninės medžiagos**

Nemetalų gamtoje randama ir laisvų: anglies, sieros bei deguonies, azoto, inertinių dujų.



Akmens anglys



Siera

- **Oksidai** – deguonies junginiai su metalais ir nemetalais.



Kvarcas SiO_2



Hematitas Fe_2O_3



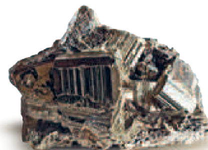
Uranitas UO_2

- **Druskos**

Bedeguonių rūgščių druskos – sulfidai, chloridai, fluoridai ir kt.


Akmens druska NaCl


Piritas FeS_2

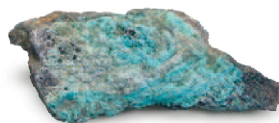

Sfaleritas ZnS

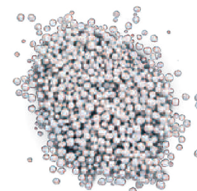

Švino blizgis PbS

Deguoninių rūgščių druskos – sulfatai, karbonatai, nitratai ir kt.


Gipsas $CaSO_4 \cdot 2H_2O$


Klintis, kreida $CaCO_3$


Mirabilitas, Glauberio druska $Na_2SO_4 \cdot 10H_2O$


Čilės salietra $NaNO_3$

Kur gamtoje randama laisvo deguonies ir azoto?
Kokios medžiagos vadinamos oksidais?
Kokios medžiagos vadinamos druskomis?

Nemetalų – deguonies ir silicio – junginiai su metalais sudaro apie 98,5 % Žemės plutos masės.

Cheminio elemento nemetalo masė miligramais viename Žemės plutos kilograme

					He 0,008
B 10	C 200	N 19	O 461 000	F 585	Ne 0,005
	Si 282 000	P 1050	S 350	Cl 145	Ar 3,5
		As 1,8	Se 0,05	Br 24	Kr < 0,001
			Te 0,001	I 0,45	Xe < 0,001
				At < 0,001	Rn* < 0,001

Kurio nemetalo Žemės plutoje yra daugiausia?

*Radono pavadinimas susijęs su cheminiu elementu radžiu – tai radioaktyviosios dujos, kurios atsiranda kaip radžio skilimo produktas.

Visatoje labiausiai paplitę elementai – vandenilis ir helis. Nemetalai sudaro 99 % Visatos masės. Vanduo H_2O, nemetalų – vandenilio ir deguonies – junginys, dengia du trečdalius Žemės paviršiaus. Daug

nemetalų junginių yra ištirpusių jūrų, vandenynų vandenyje (žr. lentelę). Anglis, vandenilis, azotas, deguonis, fosforas ir siera sudaro bet kurio organizmo didžiąją kūno masės dalį.

Įvairių jonų masė gramais 1 dm³ vandenyno vandens

Katijonų		Anijonų	
Natrio Na^{+}	10,70	Chlorido Cl^{-}	19,22
Magnio Mg^{2+}	1,29	Sulfato SO_4^{2-}	2,51
Kalcio Ca^{2+}	0,40	Vandenilio karbonato HCO_3^{-}	0,14
Kalio K^{+}	0,39	Bromido Br^{-}	0,07

Nemetalų vieta periodinėje cheminių elementų lentelėje

NEMETALAI

	IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA	VIIIA
1; 1,00794; +1, -1; **H** VANDENILIS 1						2; 4,00260; 0; **He** HELIS 2
	2 3; 10,811; +3; **B** BORAS 5	2 4; 12,007; -4 +2 +4; **C** ANGLIS 6	2 5; 14,0067; -3 -2 -1 +1 +2 +3 +4 +5; **N** AZOTAS 7	2 6; 15,9994; -2; **O** DEGUONIS 8	2 7; 18,9984; -1; **F** FLUORAS 9	2 8; 20,1797; 0; **Ne** NEONAS 10
	2 8 3; 26,9815; +3; **Al** ALIUMINIS 13	2 8 4; 28,0855; -4 +2 +4; **Si** SILICIS 14	2 8 5; 30,9738; -3 +3 +5; **P** FOSFORAS 15	2 8 6; 32,066; -2 +4 +6; **S** SIERA 16	2 8 7; 35,457; -1 +1 +3 +5 +7; **Cl** CHLORAS 17	2 8 8; 39,948; 0; **Ar** ARGONAS 18
	2 8 18 3; 69,723; +3; **Ga** GALIS 31	2 8 18 4; 72,5961; +2 +4; **Ge** GERMANIS 32	2 8 18 5; 74,9216; -3 +3 +5; **As** ARSENAS 33	2 8 18 6; 78,96; -2 +4 +6; **Se** SELENAS 34	2 8 18 7; 79,904; -1 +1 +5; **Br** BROMAS 35	2 8 18 8; 83,79; 0 +2; **Kr** KRIPTONAS 36
	2 8 18 18 3; 114,818; +3; **In** INDIS 49	2 8 18 18 4; 118,710; +2 +4; **Sn** ALAVAS 50	2 8 18 18 5; 121,760; -3 +3 +5; **Sb** STIBIS 51	2 8 18 18 6; 127,60; -2 +4 +6; **Te** TELŪRAS 52	2 8 18 18 7; 126,905; -1 +1 +5 +7; **I** JODAS 53	2 8 18 18 8; 131,29; 0 +2 +4 +6; **Xe** KSENONAS 54
	2 8 18 32 18 3; 204,383; +1 +3; **Tl** TALIS 81	2 8 18 32 18 4; 207,2; +2 +4; **Pb** ŠVINAS 82	2 8 18 32 18 5; 208,980; +3 +5; **Bi** BISMUTAS 83	2 8 18 32 18 6; (209); +4 +6; **Po** POLONIS 84	2 8 18 32 18 7; (210); **At** ASTATAS 85	2 8 18 32 18 8; (222); 0; **Rn** RADONAS 86

– METALAI
– PUSMETALIAI
– NEMETALAI



Naudodamiesi lentelės fragmentu, nurodykite kiekvieno A grupės nemetalo pavadinimą, jums žinomas nemetalų šeimas.

Aštuntoje ir devintoje klasėje sužinojote:

- perioduose didėjant elementų atominiam skaičiui, nemetalų savybės stiprėja;
- nemetalų atomai išoriniame sluoksnyje turi 3–8 elektronus (išskyrus vandenilį ir helį);
- nemetalai elektronus lengviau prisijungia, negu atiduoda;
- aktyviausi nemetalai „įsikūrę“ viršutiniame dešiniajame periodinės cheminių elementų lentelės kampe.

Remdamiesi periodine cheminių elementų lentele, atsakykite į klausimus:
Kiek elektronų išoriniame sluoksnyje turi IVA, VA, VIA ir VIIA grupės nemetalų atomai?
Kas rodo, kiek elektronų sluoksnių turi atomas?
Kiek elektronų išoriniame sluoksnyje turi inertinių dujų atomai?
Kuo panaši atomo sudėtis elementų, esančių: a) vienoje grupėje; b) viename periode?

Periodinės lentelės A grupės numeriai atitinka elektronų skaičių atomo išoriniame sluoksnyje.

Nemetalų atomai yra linkę prisijungti vieną ar daugiau elektronų. Nemetalo atomas, prisijungęs elektronų, virsta **neigiamúoju jonù**, kuris vadinamas **anijonù**, pvz., deguonies atomas, prisijungęs du elektronus, tampa oksido jonu O^{2-}:

$$O + 2e^- \rightarrow O^{2-}.$$

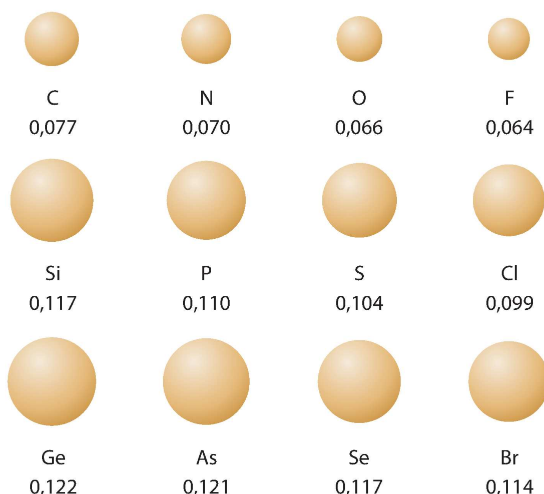


Deguonies atomas (aktyvi dalelė)	Deguonies jonas (stabili dalelė)
$_8O$ 2, 6	O^{2-} 2, 8

Jonai – tai elektringosios dalelės, kuriomis virsta atomai, atidavę arba prisijungę elektronų. Neigiamųjų jonų krūvio dydis priklauso nuo prisijungusių elektronų skaičiaus. Kiek elektronų gali prisijungti nemetalo atomas, skaičiuojama iš 8 atimant skaičių, žymintį šio nemetalo grupės numerį.

Kiek elektronų gali prisijungti azoto atomas? Koks bus nitrido jono krūvis?

Nuo ko priklauso nemetalų cheminis aktyvumas? Tos pačios grupės atomų spinduliai ilgėja didėjant atominiam skaičiui, nes daugėja elektronų sluoksnių. Kai atomo spindulys ilgėja, grupėse sąveika tarp branduolio ir išorinio sluoksnio elektronų silpnėja, todėl atomas sunkiau prisijungia elektronus, bet lengviau juos atiduoda. Nemetalai, kurių atomų spinduliai trumpesni, yra chemiškai aktyvesni.



Atomo spindulio ilgis pateiktas nanometrais.

To paties periodo cheminių elementų atomų spinduliai laipsniškai trumpėja, nes, didėjant branduolio krūviui, stiprėja sąveika tarp branduolio ir išorinio sluoksnio elektronų, todėl atomas juos sunkiau praranda ir lengviau prisijungia kitus elektronus.

Kuris halogenas (fluoras ar chloras) yra chemiškai aktyvesnis?
Kuris to paties periodo elementas (azotas ar deguonis) yra chemiškai aktyvesnis?
Kodėl perioduose (iš kairės į dešinę) elementų nemetališkosios savybės stiprėja, o grupėse (iš viršaus žemyn) – silpnėja?

Nemetalų cheminį aktyvumą lemia išorinio sluoksnio (valentiniai) elektronai.

Kuo lengviau atomas prisijungia elektronus, tuo ryškesnės jo nemetališkosios savybės. Elektronų išsidėstymas neigiamuosiuose nemetalų jonuose sutampa su elektronų išsidėstymu labai stabilių dalelių – artimiausių inertinių dujų – atomuose.

	Chloro atomas (aktyvi dalelė) Cl 2, 8, 7	Chlorido jonas (stabili dalelė) Cl^- 2, 8, 8	Argono atomas (stabili dalelė) Ar 2, 8, 8
Taškinės formulės:			

Prisiminkite, kad taškinė elektroninė formulė rodo elektronų skaičių išoriniame sluoksnyje.

Pasitikrinkite žinias

1. Perrašydami sakinius, įrašykite trūkstamus žodžius.

- *Nemetalai yra periodinės cheminių elementų lentelės* ....
....
- *Atomai, esantys vienoje periodinės cheminių elementų lentelės grupėje, turi* ....
- *Didėjant elemento atominiam skaičiui grupėje, nemetalų cheminis aktyvumas* ....

2. Perskaitykite mineralų (žr. p. 7, 8), iš kurių sudarytos uolienos, tai yra oksidų ir druskų, formules.

3. Įvardykite cinko sulfido (mineralo sfalerito) formulę.

4. Sudarykite fluoro ir chloro atomų elektroninių apvalkalų sandaros schemas. Kurio elemento nemetališkosios savybės yra stipresnės? Atsakymą paaiškinkite, remdamiesi atomų elektroninių apvalkalų sandara.

5. Palyginkite protonų, neutronų ir elektronų skaičių šiose dalelėse:
a) Cl ir Cl^{-}; b) O ir O^{2-}.
Įvardykite jonus.

6. Kurio nemetalo atominis skaičius yra 17?
a) Parašykite šio nemetalo vieninės medžiagos formulę, pavadinimą ir taškinėmis formulėmis pavaizduokite cheminio ryšio susidarymo schemą.
b) Kuriame sluoksnyje yra jo valentiniai elektronai?
c) Pavaizduokite jono susidarymo schemą.

7. Surūšiuokite daleles Cl^{-}, F, S^{2-}, N, O^{2-}, I, N^{3-} Ne, Ar ir sudarykite lentelę:
a) chemiškai aktyvios dalelės;
b) stabilios, inertiškos dalelės;
c) dalelės, kurių elektronų išsidėstymas yra vienodas.

1 skyrius

Dujos



Šiame skyriuje

sužinosite,

- kurių nemetalų yra jūsų aplinkoje;
- kaip vyksta cheminių elementų apytaka atmosferoje;
- kaip žmonės keičia atmosferą;
- kokios medžiagos gaunamos iš oro ir kur jos naudojamos;
- kaip galima išmatuoti dujų tūrį;
- nuo ko priklauso dujų tūris;
- kas vadinama moliniu dujų tūriu;
- kas vadinama santykiniu dujų tankiu.

Išmoksite

- apskaičiuoti dujų tūrį normaliosiomis sąlygomis (n. s.);
- apskaičiuoti įvairių dujų santykinį tankį deguonies ir oro atžvilgiu;
- lyginti dujų tankį;
- surinkti dujas, atsižvelgdami į jų tirpumą ir santykinį tankį;
- apskaičiuoti dujų masę, kiekį, molekulių skaičių, tūrį normaliosiomis sąlygomis (n. s.);
- spręsti chemijos uždavinius, naudodami dujų molinių tūrių santykį cheminėse reakcijose.

Prisiminsite,

- kas vadinama vieninėmis medžiagomis;
- kas vadinama moline mase;
- kam lygi Avogadro konstanta;
- kaip gaunamos ir surenkamos vandenilio ir deguonies dujos.

1.1. Oras – neišsenkamas dujų okeanas

Atmosfera

Pažvelgę į Žemę iš kosmoso, pamatytumėte, kad ją gaubia plonas žydras šydas – atmosfera, kuri vadinama oru. Atmosferos oras (žr. lentelę p. 14) yra tarpusavyje nereaguojančių dujų mišinys. Apie 90 % visos atmosferos masės yra susitelkę 12 km atstumu nuo Žemės paviršiaus. Šiame sluoksnyje vyksta sudėtingi atmosferos reiškiniai.

Sauso oro sudėtis (prie Žemės paviršiaus)

Medžiaga	Tūrio dalis (%) ore
Azotas N_2	78,09
Deguonis O_2	20,95
Argonas Ar	0,93
Anglies dioksidas CO_2	0,03
Neonas Ne	0,0018
Helis He	0,00052
Metanas CH_4	0,0002
Kriptonas Kr	0,000114
Vandenilis H_2	0,00005
Diazoto monoksidas N_2O	0,00005
Ksenonas Xe	0,000009
Ozonas O_3	
Sieros dioksidas SO_2	Randama tik pėdsakų
Azoto dioksidas NO_2	
Amoniakas NH_3	
Anglies monoksidas CO	
Jodas I_2	

Lentelėje pateikta sauso oro sudėtis, bet įsidėmėkite, kad iki 4 % oro tūrio visada sudaro drėgmė (vandens garai). Oro sudėtis visose geografinėse platumose išlieka beveik tokia pat, o vandens garų kiekis ore smarkiai kinta. Beje, vandens garų kiekis atmosferoje labai priklauso nuo oro temperatūros. Kuo oras šiltesnis, tuo jame daugiau vandens garų. Arktiniame ore jų būna kur kas mažiau.


Kodėl vandens garų kiekis atmosferoje labai priklauso nuo oro temperatūros?

Atmosfera saugo gyvybę Žemėje nuo ultravioletinių (UV) Saulės spindulių. Šią funkciją atlieka ozono O_3 molekulės (ozono sluoksnyje). UV Saulės spinduliai kenkia ne tik žmonėms, bet ir kitiems gyviesiems organizmams.

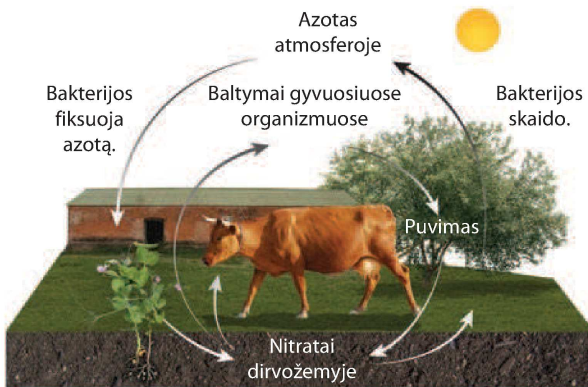
Visi gyvieji organizmai, tarp jų ir žmonės, priklauso nuo deguonies, azoto, anglies(IV) oksido ir ore esančių vandens garų. Visos šios dujos dalyvauja daugybėje sudėtingų cheminių virsmų.

Šių virsmų visuma vadinama **chèminių elemeñtų apýtakos ratù**.

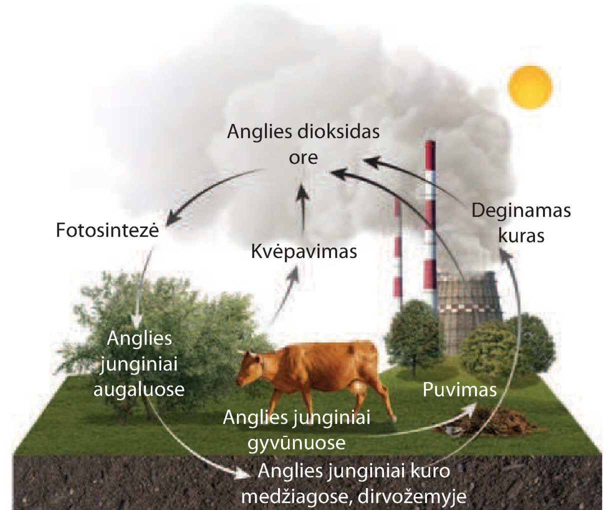
Cheminių elementų apytaka biosferoje vyksta tarp atmosferos ir gyvųjų organizmų.

Biosferà – organizmų gyvenamas Žemės rutulio dirvožemio (litosfera), vandens (hidrosfera) ir oro (atmosfera) sluoksnis.

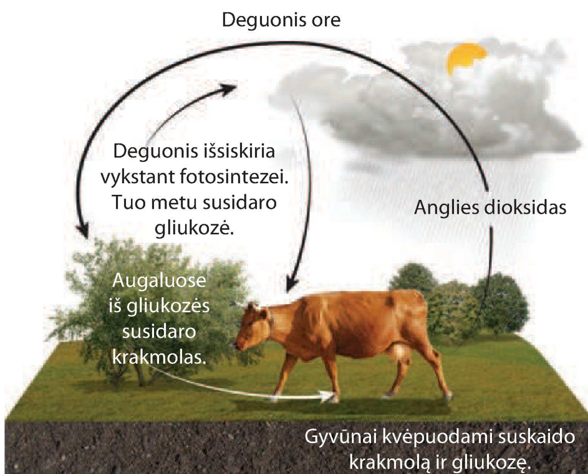
Azoto, deguonies, anglies dioksido ir vandens apytakos ratai atmosferoje



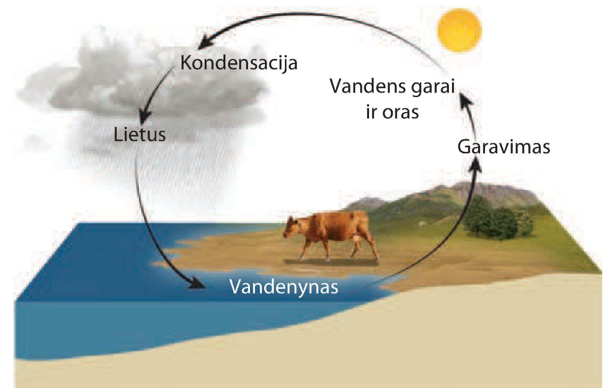
Azoto apytaka vyksta tarp oro, dirvožemio ir gyvųjų organizmų. Cheminius reiškinius, vykstančius ore, nagrinėsite 4 skyriaus temoje „Azotas".



Anglies(IV) oksidas cirkuliuoja tarp oro, dirvožemio ir gyvųjų organizmų anglies apytakos rate.



Deguonies apytaka vyksta tarp atmosferos ir gyvųjų organizmų. Jos ciklas – fotosintezė ir kvėpavimas.



Vandens apytaka vyksta tarp oro, vandenynų ir gyvųjų organizmų.

Tai įdomu

Be vandens garų ir kitų dujų, atmosferoje visada gausu įvairių kietųjų bei skystųjų dalelių – dūmų, dulkių. Šias daleles meteorologai vadina **atmosfèros aerozoliù**. Jas į atmosferą pakelia vėjai, pučiantys dykumose, stepėse, kalnuose. Labai daug pelenų ir dulkių į atmosferą išmeta ugnikalniai, pramonės įmonės ir transportas. Aerozolio sudėtį papildo ir augalų žiedadulkės, sporos.
Smarkiai banguojant jūros vandeniui, į orą patenka smulkių druskos (NaCl) dalelių. Apie 5000–15 000 mln. tonų jūros druskos kasmet išgaruoja į atmosferą rūko pavidalu. Dauguma taip į orą patekusio chloro grįžta į vandenyną, bet apie 3–35 % lieka atmosferoje kaip neorganinių chloro junginių garai.

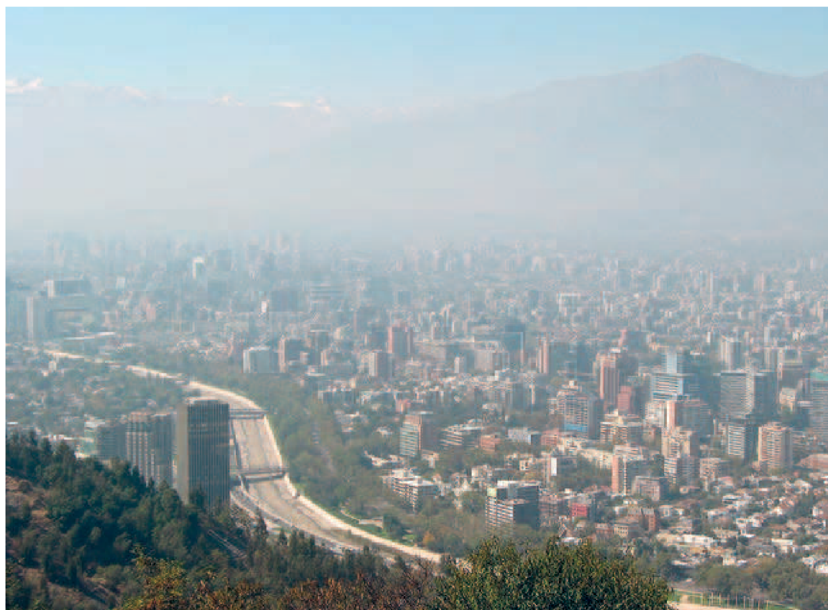
Kaip mes keičiame atmosferą

Pavojingiausia oro tarša – antropogeninė (vykdoma žmonių). Labiausiai atmosferą teršia transportas, pramonė, energetika. Šios ūkio šakos į aplinką išmeta įvairių cheminių elementų ir jų junginių – vienų ir kitų iš viso apie 200. Ypač daug žalos gamtai padaro pramonės įmonės – jos atmosferoje paskleidžia suodžių (C), anglies(II) oksido (smalkių) CO, anglies(IV) oksido CO_2, sieros(IV) oksido SO_2 ir azoto(IV) oksido NO_2, metalų junginių ir kitų teršalų.

Smogas

Žodis „smogas“ sudarytas iš dviejų anglų kalbos žodžių (angl. *smog* iš *sm(oke)* – dūmai ir *(f)og* – rūkas). Užterštame miestų ore yra azoto(II) oksido NO, azoto(IV) oksido NO_2, ozono O_3, smulkių kietųjų dalelių, įvairiausių organinių medžiagų (nevisiškai sudegusio benzino – angliavandenilių) dalelių.

Smogas – ore tvyrančių teršalų migla, kurią galima matyti plika akimi, – panašus į rūką. Dažniausiai toks „teršalų rūkas“ susidaro virš pramonės centrų, didmiesčių, kai ilgesnį laiką nepučia vėjas ir nelyja. Kai vėjas sustiprėja, teršalai nebesikaupia vienoje vietoje – jie išsklaidomi. Kalnuotose vietovėse arba daubose vėjo įtaka yra kur kas mažesnė, todėl smogas dažniau susidaro virš kloniuose įsikūrusių didmiesčių, tokių kaip Los Ándželas (JAV) ar Mèksikas (Mèksika).



Smogas didmiestyje

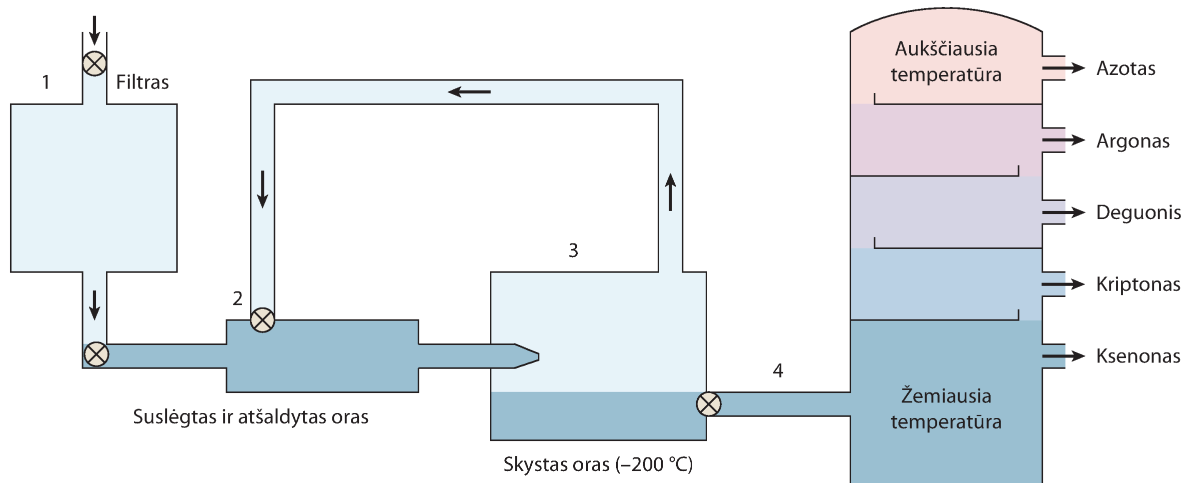
Dujų virimo temperatūra

Dujos	Virimo temperatūra, °C
Ksenonas	–108
Kriptonas	–153
Deguonis	–183
Argonas	–186
Azotas	–196
Neonas	–246
Helis	–269

Oras – cheminių medžiagų šaltinis

Aplink mus yra labai daug oro. Žmonės juo ne tik kvėpuoja, bet ir naudoja jį kai kurioms medžiagoms – deguoniui, azotui, anglies(IV) oksidui, inertinėms dujoms – gauti. Šių dujų atskyrimas nuo oro grindžiamas skirtinga dujų virimo temperatūra.

Supaprastinta suskystinto oro frakcinio distiliavimo schema



1. Iš oro išvalomos mechaninės priemaišos.

2. Atšaldytas ir suslėgtas oras pradeda skystėti. Kartojant šį procesą keletą kartų, oras darosi vis šaltesnis. Kai jo temperatūra pasiekia –200 °C, visos dujos pavirsta skysčiais, išskyrus neoną ir helį. Šios dujos pirmiausia ir yra atskiriamos.

3. Atšaldytas maždaug iki –200 °C oras suskystėja, o anglies dioksidas CO_2 virsta kietąja medžiaga. Skystas oras yra filtruojamas. Filtruojant pašalinamos kietųjų angliavandenilių, anglies dioksido CO_2 ir vandens priemaišos.

4. Vėliau skystas oras yra išpumpuojamas į distiliavimo koloną. Ten jis po truputį šyla. Dujos skiriasi vienos po kitų. Iš jų azotas atsiskiria pirmasis.

Vidurinėje kolonos dalyje užverda ir atsiskiria argono dujos. Nelakiausias yra deguonis – jis išlieka skystas ir nuteka iki pat kolonos apačios.



Kodėl azotas atsiskiria pirmiausia?
Kodėl deguonis lieka distiliavimo kolonos apačioje?
Kodėl argonas surenkamas iš oro prieš deguonį?

Įsiminkite sąvokas

- Chèminių elemeñtų apýtakos rãtas
- Biosferà

Pasitikrinkite žinias

1. Paaiškinkite, kodėl atmosferos sudėtis beveik nesikeičia.

2. Kokios medžiagos gaunamos iš oro ir kur jos naudojamos? Kokių dujų gaunama daugiausia?

3. Ore, be deguonies O_2 ir azoto N_2, yra nedidelis kiekis šių dujų: anglies(IV) oksido CO_2, sieros(IV) oksido SO_2, azoto(IV) oksido NO_2, azoto(II) oksido NO.

a) Kurios iš minėtų dujų, patekusios į orą, reaguoja su vandens garais ir sudaro rūgštis? Taip susidaro rūgštieji lietūs.

b) Parašykite rūgščiųjų lietų susidarymo lygtis.

4. Kodėl atmosferoje azoto ir deguonies dujų kiekis išlieka beveik toks pat, o anglies dioksidas ir ozonas yra kintamos sudedamosios oro dalys?
5. Namų užduotis. Parenkite projektą apie atmosferos taršos šaltinius. Pasvarstykite, ką jūs galite nuveikti, kad:
a) mažėtų šiltnamio efektas;
b) ozono sluoksnis neplonėtų;
c) virš jūsų gyvenvietės nesusidarytų teršalų debesis.
Informacijos rasite interneto svetainėse, enciklopedijose, žinynuose.

1.2. Bendrosios dujų savybės

Dauguma vieninių medžiagų ir junginių, sudarytų iš nemetalų, esant kambario temperatūrai, yra dujiniai.

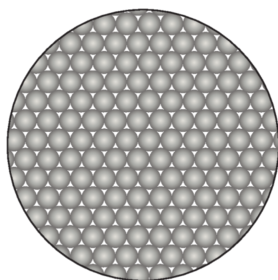
Dujinės medžiagos	Skystosios medžiagos	Kietosios medžiagos
H_2, N_2, O_2, F_2, Cl_2, He, Ne, Ar, Kr, Xe, Rn, HF, HCl, HBr, HI, NH_3, CH_4, CO, CO_2, NO, NO_2	Br_2	B, C, Si, P_4, As, S_8, Se, Te, I_2, At

Prisiminkite

Medžiagos, sudarytos iš vieno elemento atomų, vadinamos **vienìnėmis mẽdžiagomis**.

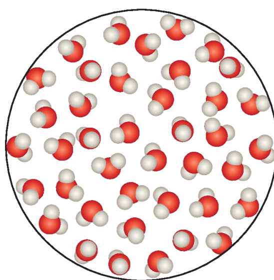
Vieninės medžiagos – H_2, N_2, O_2, F_2, Cl_2, Br_2, I_2 – sudarytos iš molekulių, todėl ir reakcijų lygtyse rašomos molekulinėmis formulėmis. Tik fosforas ir siera dažniausiai žymimi atomų simboliais (P, S).

Paveiksluose pavaizduota trijų skirtingų būsenų medžiagų sandara.



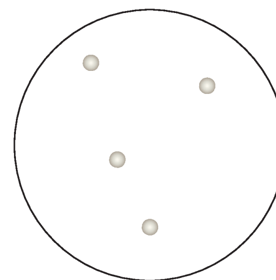
a) Metalas Ca

Kietas kalcis sudarytas iš tvarkingai išsidėsčiusių kalcio jonų. Tai metališkasis ryšys – metalo jonai apsupti laisvųjų elektronų e^-.



b) Vanduo

Skystą vandenį sudaro molekulės.



c) Dujos He

Dujinis helis sudarytas iš toli vienas nuo kito nutolusių helio atomų; atstumai tarp dujų molekulių yra daug didesni nei tarp skysčio molekulių.



Palyginkite kalcio, vandens ir helio medžiagų sandarą, raskite skirtumų ir paaiškinkite jų priežastis.
Kurios medžiagos yra vieninės ir kuri – sudėtinė?

Dujoms būdingos tokios savybės:

- **Dujos, kaip ir skysčiai, keičia formą, tačiau – kitaip negu skysčiai – užima visą indo, kuriame jos yra, tūrį.**
- **Dujos slegia. Jų slėgį sukelia molekulių smūgiai į indo sieneles. Dujas galima suspausti (suslėgti).**
- **Dujų molekulės ar atomai sudaro homogeninę sistemą (homogeninis – vienodas, vienalytis, neturintis sandaros skirtumų).**
- **Dujų molekulės juda netvarkingai. Toks molekulių ar atomų judėjimas vadinamas Bráuno judė́jimu.**

Skirtingų medžiagų molekulių savaiminis maišymasis arba skverbimasis iš vienos medžiagos į kitą, kurį sukelia molekulių judėjimas, vadinamas **difùzija**.

Įsiminkite sąvoką

- Difùzija

Tai įdomu

Su dujų difuzija gana dažnai susiduriate buityje. Gamtinės ir suskystintosios dujos yra bekvapės, todėl į jas įmaišomas nedidelis kiekis nemalonaus kvapo organinio sieros junginio – metantiolio CH_3SH – dujų. Kur nors esant dujų nuotėkiui, iš karto pajaučiamas metantiolio kvapas.

1.3. Molinis dujų tūris

Avogadro dėsnis

Dujas pasverti gana sudėtinga. Daug paprasčiau – išmatuoti dujų tūrį. Dujų tūris priklauso nuo atstumo tarp dujas sudarančių dalelių. Šis atstumas, esant tokiai pat temperatūrai ir tokiam pat slėgiui, visų dujų yra maždaug vienodas.

Dujų fizikinės savybės (agregatinė būsena, tankis) priklauso nuo temperatūros ir slėgio.

Susitarta skirtingas dujas lyginti tam tikromis sąlygomis, tai yra kai

- normalioji temperatūra lygi 0 °C (273,15 K),
- normalusis slėgis – 1 atm, arba $1{,}013 \cdot 10^5$ Pa, arba 760 mm Hg.

Šios sąlygos vadinamos **normaliõsiomis sąlygomis** ir sutrumpintai žymimos n. s.

1811 m. Amadėjus Avogadras priėjo prie tais laikais drąsios išvados. Vėliau ji buvo patvirtinta bandymais ir suformuluotas dėsnis, vadinamas **Avogãdro dė́sniu**.

Vienoduose įvairių dujų tūriuose tokiomis pat sąlygomis yra vienodas skaičius molekulių, arba vienodas skaičius įvairių dujų molekulių tokiomis pat sąlygomis užima tokį pat tūrį.

Avogadro teiginiai galioja tik dujoms. Iš Avogadro dėsnio daroma tokia išvada.

Tūris, kurį užima 1 mol bet kokių dujų, esant 0 °C temperatūrai ir 1 atm ($1{,}013 \cdot 10^5$ Pa) slėgiui, vadinamas **mòliniu dùjų tūriù normaliõsiomis sąlygomis**. Vieno molio tūris (n. s.) V_m = 22,4 l/mol (molinis tūris žymimas $\boldsymbol{V_m}$).



Amadėjus Avogadras (*Avogadro*, 1776–1856) – italų fizikas ir chemikas, atominės ir molekulinės teorijos kūrėjas. Paskelbė darbų, vėliau tapusių atominės ir molekulinės teorijos pagrindu. Avogadro konstanta pavadinta šio mokslininko vardu jau po jo mirties. Pats Avogadras šios konstantos neapskaičiavo.

Taigi dujose, kurių vieno molio tūris (n. s.) 22,4 l, yra $6{,}02 \cdot 10^{23}$ dalelių (atomų, molekulių).

Paveiksle pavaizduoti penki vienodo dydžio indai su skirtingomis dujomis: vandeniliu, anglies dioksidu, deguonimi, azotu ir argonu.

1 mol (n. s.)

	H_2	CO_2	O_2	N_2	Ar
Molinis tūris:	22,4 l/mol	22,4 l/mol	22,4 l/mol	22,4 l/mol	22,4 l/mol
Molinė masė:	2 g/mol	44 g/mol	32 g/mol	28 g/mol	40 g/mol
Dalelių skaičius (molekulių/mol):	$6{,}02 \cdot 10^{23}$	$6{,}02 \cdot 10^{23}$	$6{,}02 \cdot 10^{23}$	$6{,}02 \cdot 10^{23}$	$6{,}02 \cdot 10^{23}$ (atomų/mol)

Prisiminkite

Dalelių skaičius $6{,}02 \cdot 10^{23}$, sudarantis vieną medžiagos molį, vadinamas **Avogãdro konstánta**. Ji žymima $\boldsymbol{N_A}$.



Kas bendra visoms šioms dujoms ir kuo jos skiriasi?
Kodėl vienoduose dujų tūriuose tokiomis pat sąlygomis yra tiek pat dalelių?

Mòlinį dùjų tū̃rį nusako dujų tūrio ir kiekio santykis:

$$V_m = \frac{V}{n};$$

čia V_m – molinis dujų tūris, n – medžiagos kiekis (mol).

Taigi dujinių medžiagų tūrį litrais (n. s.) arba kiekį moliais galima apskaičiuoti naudojantis šiomis formulėmis:

$$V = n \cdot V_m; \qquad n = \frac{V}{V_m}.$$

Įsidėmėkite

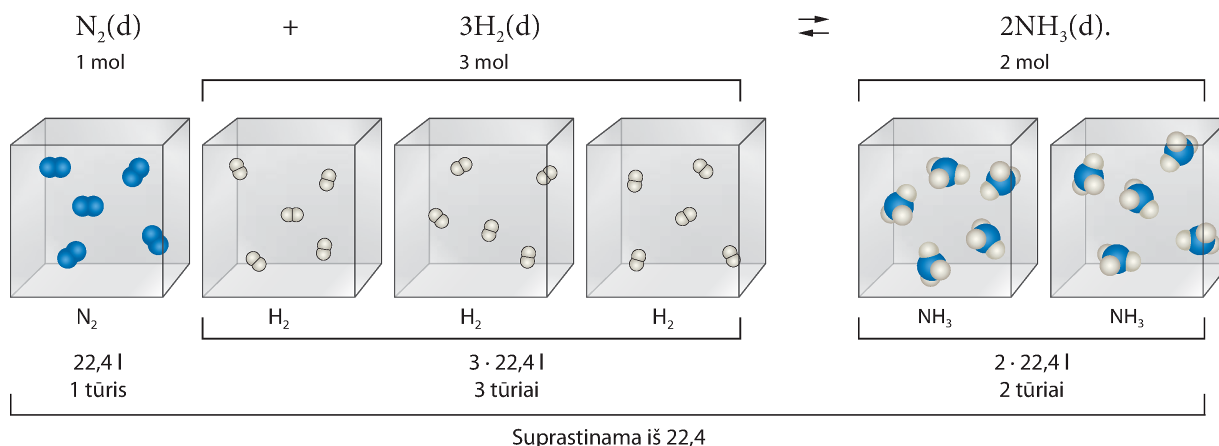
Dujų tūris gali būti reiškiamas kubiniais metrais arba kubiniais centimetrais (mililitrais).
$1 \text{ m}^3 = 1000$ l;
$1 \text{ dm}^3 = 1$ l;
$1 \text{ cm}^3 = 1$ ml.

SI sistemoje molinis tūris skaičiuojamas kubiniais metrais moliui (m^3/mol).

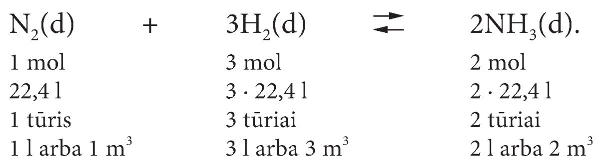
Dujų tūriniai santykiai cheminėse reakcijose

Cheminės reakcijos, kuriose reaguojančios medžiagos arba reakcijos produktai yra dujos, jums ne naujiena. Spręsdami uždavinius pagal cheminių reakcijų lygtis, iki šiol naudodavote tik medžiagos masę ir kiekį. Dabar išmoksite naudoti molinį dujų tūrį.

Jums žinoma, kad cheminių reakcijų lygtyse koeficientai prieš simbolius rodo reaguojančiųjų medžiagų ir reakcijos produktų kiekių santykį:



Reakcijos lygties koeficientai rodo reaguojančiųjų ir susidarančiųjų dujinių medžiagų tūrių santykį.



N_2(d) +	$3H_2$(d) ⇄	$2NH_3$(d).
1 mol	3 mol	2 mol
22,4 l	3 · 22,4 l	2 · 22,4 l
1 tūris	3 tūriai	2 tūriai
1 l arba 1 m^3	3 l arba 3 m^3	2 l arba 2 m^3

Vienoduose dujų tūriuose yra vienodas skaičius molekulių, todėl šioje reakcijoje sunaudoto vandenilio H_2(d) tūris yra triskart didesnis už azoto N_2(d) tūrį. Reaguojančiųjų medžiagų ir reakcijos produktų tūrių santykis yra 1 : 3 : 2.

Įsiminkite sąvoką

- Mòlinis dùjų tū̃ris normaliõsiomis sąlygomis

Kiek litrų vandenilio (n. s.) galėtų sureaguoti su 4 l azoto?
Kiek litrų amoniako (n. s.) susidarytų, jei azoto turėtumėte 4 l?

Uždavinių sprendimo pavyzdžiai

1 uždavinys. Apskaičiuokite, kokį tūrį (n. s.) užima 0,25 mol deguonies molekulių O_2.

Duota: $n(O_2)$ = 0,25 mol;
V_m = 22,4 l/mol.
Reikia rasti $V(O_2)$.

Sprendimas
Skaičiuojama pagal formulę $V = n \cdot V_m$:
$V(O_2)$ = 0,25 ~~mol~~ · 22,4 l/~~mol~~ = 5,6 l.

Atsakymas. $V(O_2)$ = 5,6 l.

2 uždavinys. Apskaičiuokite metano CH_4 kiekį (mol) 44,8 cm^3 (n. s.) metano dujų.

Duota: $V(CH_4)$ = 44,8 cm^3;
V_m = 22,4 l/mol.
Reikia rasti $n(CH_4)$.

Sprendimas
Metano dujų tūris išreiškiamas litrais:
$V(CH_4)$ = 44,8 cm^3 = 0,0448 dm^3 = 0,0448 l.
Dujų kiekis skaičiuojamas pagal formulę $n = \frac{V}{V_m}$:
$$n(CH_4) = \frac{0{,}0448\,\cancel{l}}{22{,}4\,\cancel{l}/\text{mol}} = 0{,}002 \text{ mol.}$$

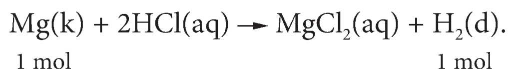
Atsakymas. $n(CH_4)$ = 0,002 mol.

3 uždavinys. Apskaičiuokite, koks tūris vandenilio H_2 (n. s.) išsiskirs, sureagavus 2,4 g magnio su pakankamu kiekiu druskos rūgšties tirpalo.

Duota: $m(\mathrm{Mg}) = 2{,}4$ g;

$V_\mathrm{m} = 22{,}4$ l/mol.

Reakcijos lygtis:



$$\underset{1\ \mathrm{mol}}{\mathrm{Mg(k)}} + 2\mathrm{HCl(aq)} \rightarrow \mathrm{MgCl_2(aq)} + \underset{1\ \mathrm{mol}}{\mathrm{H_2(d)}}.$$

Reikia rasti $V(H_2)$.

Sprendimas

1) Pirmiausia naudojantis reakcijos lygtyje nurodytu medžiagų kiekio santykiu pagal formulę $n = \frac{m}{M}$ apskaičiuojamas ieškomas medžiagos (dujų) kiekis (moliais):

$M(\mathrm{Mg}) = 24$ g/mol;

$n(\mathrm{Mg}) = \frac{m}{M} = \frac{2{,}4\ \cancel{\mathrm{g}}}{24\ \cancel{\mathrm{g}}/\mathrm{mol}} = 0{,}1$ mol.

Reakcijos lygtis rodo:

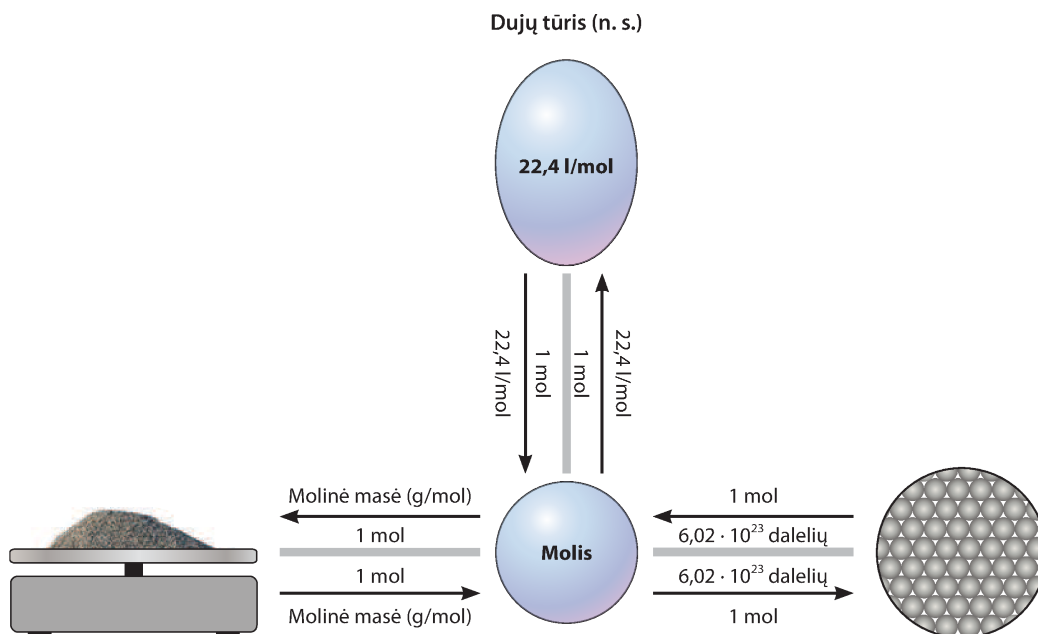
- reaguojant 1 mol Mg, išsiskiria 1 mol H_2;
- reaguojant 0,1 mol Mg, išsiskiria 0,1 mol H_2.

2) Dujų tūris apskaičiuojamas pagal formulę $V = n \cdot V_\mathrm{m}$:

$V(H_2) = 0{,}1\ \cancel{\mathrm{mol}} \cdot 22{,}4\ \mathrm{l}/\cancel{\mathrm{mol}} = 2{,}24$ l.

Atsakymas. $V(H_2) = 2{,}24$ l.

Apibendrinkite:

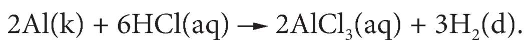


Pasitikrinkite žinias

1. Kodėl tokiame pat chloro Cl_2, metano CH_4 ir neono Ne dujų tūryje tokiomis pat sąlygomis yra vienodas skaičius dalelių?
2. Duotos dujos: vandenilio H_2, azoto N_2 ir metano CH_4. Apskaičiuokite kiekvienų dujų: a) santykinę molekulinę masę; b) 4 mol masę; c) molekulių skaičių 4 mol; d) 0,1 mol, 1 mol ir 10 mol tūrį (n. s.); e) 5,6 l masę.
3. Apskaičiuokite, kokį tūrį (n. s.) užims šios halogenų dujos:
a) 3,9 g fluoro F_2 dujų; b) 1,5 kg chloro Cl_2 dujų.
4. Kurios dujos (n. s.) užima didesnį tūrį: 2 mol chloro Cl_2 ar 1,5 mol vandenilio chlorido HCl?
5. Kiek molekulių (n. s.) yra nurodytame kiekvienos medžiagos tūryje: a) 89,6 l vandenilio H_2 dujų; b) 2,8 dm^3 azoto N_2 dujų; c) 112 cm^3 deguonies O_2 dujų? Atkreipkite dėmesį į fizikinių dydžių matavimo vienetus (l, dm^3, cm^3).
6. Apskaičiuokite, koks a) kiekis, b) tūris (n. s.), c) molekulių skaičius deguonies O_2 išsiskirs, skaidant elektros srove 72 g vandens H_2O:

$$2H_2O(s) \xrightarrow{\text{Elektrolizė}} 2H_2(d) + O_2(d).$$

7. Apskaičiuokite, koks a) tūris (n. s.), b) molekulių skaičius vandenilio H_2 išsiskirs, sureagavus 5,4 g aliuminio su pakankamu kiekiu vandenilio chlorido rūgšties tirpalo:



$$2Al(k) + 6HCl(aq) \rightarrow 2AlCl_3(aq) + 3H_2(d).$$

1.4. Santykinis dujų tankis

Dùjų, kaip ir bet kurių kitų medžiagų, **tañkis** apibrėžiamas kaip masės ir tūrio santykis.

Normaliosiomis sąlygomis dujų tankį galima apskaičiuoti, dalijant dujų molinę masę iš molinio tūrio (22,4 l/mol). Pavyzdžiui, deguonies O_2(d) tankis normaliosiomis sąlygomis apskaičiuojamas taip:

$$\rho(\text{dujų}) = \frac{M}{V_m}; \qquad \rho(O_2) = \frac{32{,}0\ \text{g}/\cancel{\text{mol}}}{22{,}4\ \text{l}/\cancel{\text{mol}}} = 1{,}43\ \text{g/l}.$$

Taigi 1 l deguonies (O_2) dujų (n. s.) masė yra 1,43 g.

Dujų tankis yra daug mažesnis už skysčių ir kietųjų medžiagų tankį, todėl dažniausiai reiškiamas gramais litrui. Pavyzdžiui:
$\rho(Fe) = 7{,}78\ g/cm^3$; $\rho(H_2O) = 1\ g/cm^3$ (+4 °C);
$\rho(O_2) = 0{,}00143\ g/cm^3 = 1{,}43\ g/l$.

Žinant tankį, galima apskaičiuoti deguonies dujų molinę masę pagal formulę $M = V_m \cdot \rho(\text{dujų})$:

$$M(O_2) = 22{,}4\ \cancel{\text{l}}/\text{mol} \cdot 1{,}43\ \text{g}/\cancel{\text{l}} = 32\ \text{g/mol}.$$

Tai įdomu

Dar palyginti neseniai oras, jo sudėtis daugeliui buvo mįslė. Imperatorius Tiberijus ypač prasikaltusius vergus, nuteistus mirties bausme, įsakydavo mesti į romėnams gerai žinomą Šunų olą Vezuvijaus papėdėje. Po keliolikos valandų pasmerktųjų palaikai gulėdavo prie monarcho kojų. Dabar toks pragaištingas olos poveikis būtų nesunkiai paaiškinamas. Didžiausią vaidmenį atlikdavo anglies dioksidas (CO_2), kuris yra sunkesnis už orą. Šis vulkaninės kilmės produktas prasiskverbdavo į olą pro uolienų plyšius ir rinkdavosi pažemėje, maždaug iki 70 cm aukščio. Taigi įmesti į olą vergai uždusdavo nuo CO_2 pertekliaus. Šių dujų dažnai susikaupia giliuose rūsiuose, šuliniuose, kasyklų šachtose. Mažas anglies dioksido kiekis žmonėms ir gyvūnams nepavojingas, bet didelis – mirtinas.



Dujų tankis labai priklauso nuo slėgio ir temperatūros: didinant slėgį, jų tankis didėja, o keliant temperatūrą – mažėja. Paaiškinkite kodėl.

Santykìnis dùjų tañkis yra dydis, kuris rodo, kiek kartų vienos dujos sunkesnės už kitas. Jis žymimas raide *D*.

Vienų dujų santykinis tankis kitų dujų atžvilgiu sužinomas apskaičiuojant tų dujų molinės masės santykį. Pavyzdžiui, galima apskaičiuoti kokių nors dujų santykinį tankį vandenilio, deguonies, oro ar kitų dujų atžvilgiu. Naudojamos formulės:

$$D_{H_2} = \frac{M(X)}{M(H_2)}; \qquad D_{O_2} = \frac{M(X)}{M(O_2)}; \qquad D_{oro} = \frac{M(X)}{M(oro)}.$$

Santykinis dujų tankis yra tiesiogiai proporcingas jų molinės masės santykiui.

Dažniausiai dujos lyginamos su oru, ar jos už jį sunkesnės, ar lengvesnės. Kiekvienų dujų molinė masė palyginama su oro vidutine moline mase; apytikriai M_{oro} = 29 g/mol.

Žinant santykinį dujų tankį oro atžvilgiu, galima numatyti, kurių dujų pripildyti balionai bus lengvesni už orą ir kokį krovinį galės pakelti.



Išnagrinėkite lentelę ir padarykite išvadą, kurios dujos yra lengvesnės už orą.

Dujų molinė masė	Formulė $D_{oro} = \frac{M(X)}{M(oro)}$
$M(H_2)$ = 2 g/mol	$D_{oro} = \frac{2\ \cancel{g/mol}}{29\ \cancel{g/mol}} = 0,07$
$M(He)$ = 4 g/mol	$D_{oro} = \frac{4\ \cancel{g/mol}}{29\ \cancel{g/mol}} = 0,14$
$M(CH_4)$ = 16 g/mol	$D_{oro} = \frac{16\ \cancel{g/mol}}{29\ \cancel{g/mol}} = 0,55$
$M(O_2)$ = 32 g/mol	$D_{oro} = \frac{32\ \cancel{g/mol}}{29\ \cancel{g/mol}} = 1,10$
$M(CO_2)$ = 44 g/mol	$D_{oro} = \frac{44\ \cancel{g/mol}}{29\ \cancel{g/mol}} = 1,51$

Išvada: jeigu santykinis dujų tankis oro atžvilgiu $D < 1$, dujos už orą yra lengvesnės, o jeigu $D > 1$ – sunkesnės.

Dujų pripūstas balionas kils tik tada, kai dujų tankis bus mažesnis nei oro. Jeigu santykinis dujų tankis oro atžvilgiu mažesnis už 1, tai dujos yra lengvesnės už orą.

Kodėl balionai, pripildyti skirtingų dujų, pvz., vandenilio H_2, metano CH_4, deguonies O_2, anglies(IV) oksido CO_2, helio He, vieni ore kyla aukštyn, o kiti – leidžiasi žemyn?
Kiek kartų anglies dioksidas yra sunkesnis už orą, deguonį?

Kuo dujos lengvesnės už orą (kuo mažesnė dujų molinė masė), tuo didesnė jų keliamoji galia. Pati mažiausia molinė masė yra vandenilio dujų, bet vandenilis yra degus, jo ir oro mišinys sprogsta nuo menkiausios kibirkštėlės. Po dirižablio „Hindenburgas“ sprogimo 1937 m. kelionės per Atlánto vandenýną vandenilio pripildytais orlaiviais nutrūko.

Vandenilio dujomis vis dar pildomi meteorologiniai zondai. Skraidomiesiems balionams pripildyti ypač tinka helis. Jo molinė masė už vandenilio masę tik dvigubai didesnė ir jis nedega.

Balionus galima pripildyti karšto oro, nes kaitinamos orą sudarančios dujos plečiasi, mažėja jų tankis ir jos tampa lengvesnės. Kylant aukštyn oro tankis greitai mažėja, todėl karšto oro ar kitų dujų pripildyti balionai gali pakilti tik į tam tikrą aukštį.


1937 m. gegužės 6 d. leisdamasis Leikherste (JAV) užsidegė ir nukrito per Atlánto vandenýną iš Vokietijos atskriejęs vokiečių dirižablis „Hindenburgas“ (LZ-129). Žuvo 36 žmonės.

Atsižvelgdami į dujų santykinį tankį, temperatūrą ir molinę masę, paaiškinkite:
a) kodėl balionas, pripildytas helio ar karšto oro, kyla aukštyn;
b) kodėl aerozolinių balionėlių negalima mesti į krosnį;
c) kurių iš nurodytų lentelėje (žr. p. 24) dujų keliamoji galia yra didžiausia.


Karšto oro pripildytas balionas


Helio pripildytas balionas kelia 20,0 g svarelį.

Pasitikrinkite žinias

1. Apskaičiuokite šių dujų santykinį tankį D:
a) azoto N_2 oro atžvilgiu;
b) anglies dioksido CO_2 vandenilio atžvilgiu;
c) metano CH_4 deguonies atžvilgiu;
d) deguonies O_2 metano CH_4 atžvilgiu.
2. Apskaičiuokite:
a) molekulių skaičių 60,0 g NO_2;
b) 18,0 l (n. s.) metano dujų CH_4 masę gramais;

Įsiminkite sąvokas

- Dùjų tañkis
- Santykìnis dùjų tañkis

c) kokį tūrį (n. s.) užims $3{,}24 \cdot 10^{22}$ chloro Cl_2 molekulių;
d) dujų molinę masę, kai tų dujų santykinis tankis vandenilio atžvilgiu $D_{H_2} = 16$.

3. Trys balionai (n. s.) pripildyti skirtingų dujų; kiekviename iš jų yra vienodas molekulių skaičius. Ar visų balionų masė ir tūris vienodas? Atsakymą paaiškinkite.

4. Apskaičiuokite, kiek molių sudaro: a) 5,0 l (n. s.) vandenilio; b) 187 g aliuminio; c) 170 g vandenilio peroksido H_2O_2.

5. Sieros(IV) oksidas SO_2 naudojamas šiltnamių ir vaisių sandėliams išrūkyti. Apskaičiuokite sieros(IV) oksido santykinį tankį oro atžvilgiu ir paaiškinkite, kur šios dujos rinksis – palei grindis ar arčiau lubų.

6. Apskaičiuokite ozono O_3 santykinį tankį deguonies O_2 ir oro atžvilgiu.

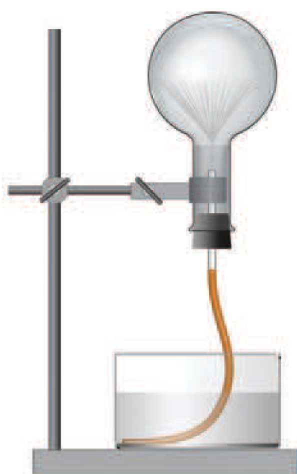
1.5. Dujų tirpumas ir surinkimas

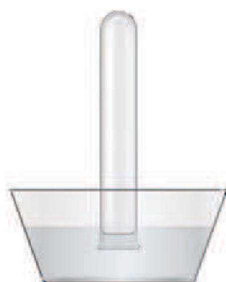
Aštuntoje klasėje nagrinėjote kietųjų medžiagų tirpumą vandenyje ir sužinojote, kad, kylant temperatūrai, daugumos kietųjų medžiagų tirpumas didėja, ir priešingai – dujinių medžiagų mažėja.

Palyginkite lentelėje pateiktų įvairių dujų tirpumą vandenyje.

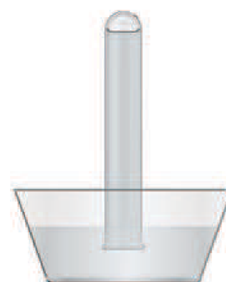
Dujos	Dujų tirpumas, g/100 g vandens skirtingos temperatūros sąlygomis			
	0 °C	20 °C	40 °C	60 °C
Deguonis O_2	0,0069	0,0043	0,0031	0,0023
Anglies(IV) oksidas CO_2	0,335	0,167	0,097	0,058
Sieros(IV) oksidas SO_2	29,6	10,6	5,54	3,25
Vandenilio chloridas HCl	82,3	72,1	63,3	56,1
Amoniakas NH_3	88,7	52,2	32,2	23,8
Vandenilio sulfidas H_2S	0,71	0,39	0,25	0,15

Matote, kad, esant kambario temperatūrai (20 °C), vandenilio chloridas tirpsta vandenyje 16 tūkst. kartų geriau už deguonies dujas. Tuo galite įsitikinti, stebėdami bandymą – fontaną.


Fontanas kolboje tirpstant HCl(d)


Blogai tirpstančios dujos (O_2, H_2, N_2, CO_2)


Vidutiniškai tirpstančios dujos (Cl_2, SO_2)


Gerai tirpstančios dujos (NH_3, HCl)

Kodėl viename mėgintuvėlyje vanduo pakilo smarkiai, o kitame – tik šiek tiek?

Azoto ir deguonies dujos tirpdamos nereaguoja su vandeniu, o anglies(IV) oksido CO_2, sieros(IV) oksido SO_2 ir vandenilio chlorido HCl dujos reaguoja.

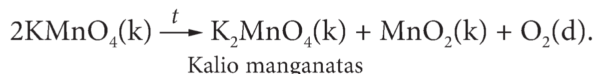
Paaiškinkite, kodėl dujų tirpumas didinant temperatūrą mažėja. Kodėl, šildant vandenį, išsiskiria ištirpusio azoto ir deguonies dujų burbuliukai?

Norint pripildyti indus kokių nors dujų, reikia žinoti jų santykinį tankį oro atžvilgiu ir tų dujų tirpumą vandenyje.

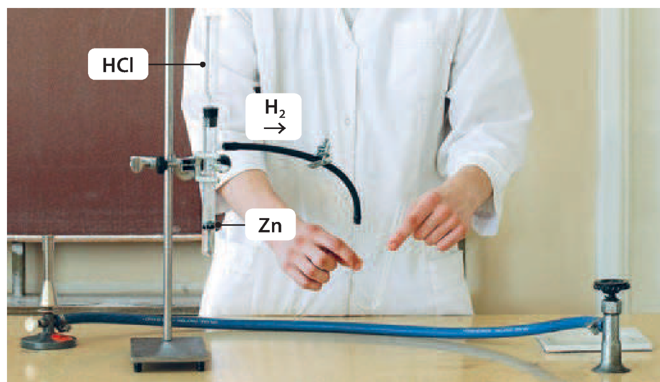
Aštuntoje klasėje susipažinote su cheminėmis medžiagomis deguonimi ir vandeniliu. Šias dujas nagrinėjote ir devintoje klasėje. Prisiminkite, kaip gaunamos ir surenkamos vandenilio ir deguonies dujos. Jos renkamos, kaip parodyta bandyme: a) išstumiant orą arba b) išstumiant vandenį.

Bandymai. Laboratorijoje vandenilis gaunamas reaguojant kai kuriems metalams su rūgščių tirpalais. Paprastai imamas cinkas ir druskos rūgštis.

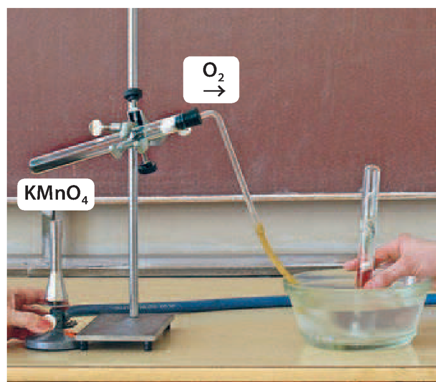
Deguonis gaunamas skaidant kai kuriuos deguonies junginius, pvz., kaitinant kalio permanganatą:



$$2KMnO_4(k) \xrightarrow{t} \underset{\text{Kalio manganatas}}{K_2MnO_4(k)} + MnO_2(k) + O_2(d).$$



Vandenilio gavimas



Deguonies gavimas

Parašykite vandenilio gavimo reakcijos lygtį.



Apibendrinimas

1. Dujų surinkimas išstumiant orą.

a) Sunkesnės už orą: CO_2, O_2, Cl_2, HCl, NO_2, SO_2;

b) lengvesnės už orą: H_2, CH_4, NH_3.



2. Dujų surinkimas išstumiant vandenį.
Svarbiausia sąlyga – dujos turi būti blogai tirpstančios vandenyje: O_2, H_2, CO_2, CO, N_2, NO.
Išstumiant vandenį, negalima surinkti dujų, tirpstančių vandenyje (HCl, NH_3, Cl_2, SO_2, NO_2 ir kt.).

1 praktikos darbas. Dujų gavimas, surinkimas ir savybių tyrimas

Užduotis

Gavę konkrečią mokytojo užduotį, suplanuokite savo veiklą, pasirinkite tinkamas darbo priemones, pagaminkite nurodytas medžiagas ir padarykite išvadas.

Patarimai, kaip atlikti praktikos darbą

Praktikos darbus geriausia atlikti trimis etapais.

Planavimas

Planuodami bandymą, išsiaiškinkite, ką norite ištirti ar sužinoti.

• Suformuluokite klausimą • Iškelkite hipotezę • Įsitikinkite, kad jūsų darbo metodas yra saugus • Pasirinkite tinkamus indus ir prietaisus • Numatykite, kokius reiškinius stebėsite • Kokiais matavimo prietaisais ir priemonėmis naudositės ir ką matuosite?

Reiškinių stebėjimas ir fiksavimas

• Kaip numatote užfiksuoti gautus duomenis? • Ar galite juos paaiškinti? • Ar turite pakankamai duomenų išvadai suformuluoti? • Ar tinkamai naudojotės prietaisais? • Ar tinkamai matavote? • Ar tikslūs bandymo rezultatai? • Rezultatus palyginkite su kitos mokinių grupės rezultatais • Ar reikia pakartoti bandymą?

Bandymo apibendrinimas ir išvados

• Galite pateikti duomenis lentelėje • Galite sudaryti grafiką arba diagramą • Iš savo surinktų duomenų pasidarykite apibendrinamąsias išvadas.

Pasitikrinkite žinias

1. Kurių dujų tirpumas esant kambario temperatūrai yra didesnis: deguonies ar anglies dioksido?
2. Anglies dioksidas yra naudojamas gaminant putojančius gėrimus. Gamyklose šios dujos tirpinamos panaudojant slėgį. Kodėl ne kitaip?
3. Kad dujų pripildytas balionas kiltų, jame esančių dujų tankis turi būti mažesnis už oro tankį. Koks paprasčiausias būdas sumažinti dujų tankį?
4. Kaip „perpilti“ iš vieno indo į kitą: a) vandenilį; b) deguonį?
5. Remdamiesi lentelėse pateiktais duomenimis (žr. p. 24, 26), suplanuokite, kaip rinksite anglies(IV) oksidą, vandenilį ir deguonį. Pagrįskite savo pasirinkimą.
6. Apskaičiuokite, koks kiekis dujų (moliais) yra šiuose jų tūriuose: a) 2,24 dm^3 CO_2 dujų (n. s.); b) 448 cm^3 O_2 dujų (n. s.); c) 5,6 dm^3 H_2 dujų (n. s.).

2 skyrius

Halogenai



Šiame skyriuje

sužinosite,

- kokia yra halogenų vieninių medžiagų sandara;
- kas lemia jų fizikines ir chemines savybes;
- kokių bendrų ir skirtingų savybių turi halogenai ir jų junginiai;
- kas lemia halogenų cheminį aktyvumą;
- halogenų sąveikos su vandeniliu dėsningumus;
- kaip halogenai paplitę gamtoje;
- kokie yra pagrindiniai chloro junginiai, jų savybės ir naudojimas;
- kokie yra svarbiausi chloro ir jo junginių gavimo būdai;
- kokia chloro reikšmė chemijos pramonei;
- halogenai – draugai ar priešai, koks jų poveikis aplinkai.

Išmoksite

- pritaikyti jau žinomus dėsningumus chloro junginių savybėms apibūdinti;
- lyginti halogenų atomų sandarą, fizikines bei chemines savybes;
- aiškindami halogenų savybes, nagrinėti oksidacijos ir redukcijos procesus;
- vertinti halogenų junginių reikšmę kasdieniame gyvenime ir jų įtaką žmogui bei gamtai;
- tirti chemines medžiagas, atpažinti halogenidų anijonus, rašyti vykstančių reakcijų bendrąsias ir jonines lygtis;
- spręsti chemijos uždavinius, remdamiesi dujų molinių tūrių santykiu, santykiniu dujų tankiu.

Prisiminsite

- elementų charakteristiką pagal padėtį periodinėje cheminių elementų lentelėje;
- atomų sandarą;
- cheminius ryšius;
- oksidacijos laipsnį;
- oksidacijos ir redukcijos reakcijas;
- kokios medžiagos yra rūgštys ir kokios savybės joms būdingos.

2.1. Bendroji halogenų charakteristika

Halogènai (gr. *hals* – druska, *genos* – giminė; pažodžiui „sudarantis druskas“) – elementai, esantys periodinės cheminių elementų lentelės VIIA grupėje. Palyginkime šios grupės nemetalų: fluoro, chloro, bromo ir jodo, fizikines savybes.

Halogenų grupės nemetalų fizikinių savybių palyginimas

Vieninė medžiaga	F_2	Cl_2	Br_2	I_2
Medžiagos agregatinė būsena (kai $t \approx 18$ °C) ir spalva	Gelsvos dujos	Geltonai žalsvos dujos	Raudonai rudas skystis	Juodai violetinė kietoji medžiaga
Lydymosi temperatūra, °C	–220	–101	–7,2	114
Virimo temperatūra, °C	–118	–35	58,8	184


Chloras



Bromas


Jodas

Prisiminkite

Kietosios būsenos medžiagos virsmas garais aplenkiant skystąją būseną vadinamas **sublimacija**.

Kietas tamsiai violetinis kristalinis jodas, net vos vos šildomas, virsta violetiniais garais. Todėl ir pavadintas „jodu“ (gr. *ioeidēs* – violetinis).

Kurie halogenai normaliosiomis sąlygomis yra dujinės medžiagos? Apibūdinkite jų spalvą.
Kuris halogenas normaliosiomis sąlygomis yra skystis?
Kuris halogenas normaliosiomis sąlygomis yra kietoji medžiaga? Kokia jo spalva?
Kurio halogeno lydymosi ir virimo temperatūra žemiausia? Kodėl?
Kurio halogeno lydymosi ir virimo temperatūra aukščiausia? Kodėl?

Cheminis halogenų aktyvumas

Elementas halogenas	Atominis skaičius	Elektronų išsidėstymas sluoksniais	Elektrinis neigiamumas	Atomo spindulys, nm	Aktyvumas
Fluoras	9	2, 7	4,0	64	Chemiškai aktyviausias
Chloras	17	2, 8, 7	3,0	99	↓
Bromas	35	2, 8, 18, 7	2,8	114	↓
Jodas	53	2, 8, 18, 18, 7	2,5	133	Chemiškai mažiausiai aktyvus

Prisiminkite

Halogenų atomai kovalentiniame ryšyje sudaro bendrą elektronų porą:



Kokius dėsningumus pastebite, eidami halogenų grupėje stulpeliu žemyn (atkreipkite dėmesį į halogenų spalvą, būseną, lydymosi ir virimo temperatūrą)?
Kuris halogenas yra stipriausias oksidatorius?

Didėjant branduolio krūviui (atominiam skaičiui) ir mažėjant elektriniam neigiamumui, halogenų cheminis aktyvumas grupėje silpnėja, nes ilgėja atomo spindulys, daugėja elektronų sluoksnių, todėl atomas silpniau prisijungia elektronus.

Halogenai – stiprūs oksidatoriai. Jų sugebėjimas oksiduoti didėja, trumpėjant atomo spinduliui. Ilgėjant atomo spinduliui, kinta ir spalvos intensyvumas (nuo žalsvai geltonos iki tamsiai violetinės).

Įsidėmėkite

Laisvi halogenai yra nuodingi. Jų negalima uostyti. Su jais reikia elgtis labai atsargiai.

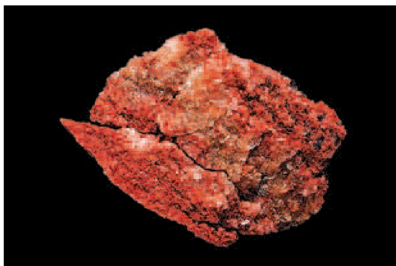
Pasitikrinkite žinias

1. Fluoras yra pirmasis halogenų grupės elementas.
a) Koks yra šios grupės numeris?
b) Išvardykite kitų halogenų pavadinimus.
c) Remdamiesi halogenų atomų sandara, paaiškinkite, kodėl halogenai yra toje pačioje periodinės cheminių elementų lentelės grupėje.
d) Remdamiesi elektronų išsidėstymu, paaiškinkite, kodėl fluoras yra aktyviausias elementas VIIA grupėje.
2. Parašykite halogenų fluoro ir chloro molekulines, taškines ir struktūrines formules.
3. Pasakykite, kaip kinta halogenų fizikinės savybės, didėjant atominiam skaičiui.
4. Palyginkite halogenų fizikines savybes ir atomų sandarą. Koks tarp jų ryšys?
5. Kodėl halogenų molekulės yra dviatomės? Koks cheminis ryšys yra molekulėse?

2.2. Halogenai gamtoje

Chlòras yra labai aktyvus elementas, todėl jo nebūna gamtoje laisvo. Pagrindiniai chloro mineralai: halitas NaCl, silvinitas KCl, karnalitas $KCl \cdot MgCl_2 \cdot 6H_2O$.


Halitas


Silvinitas

Tai įdomu

Mokslininkai yra nustatę, kad gamtoje natūraliai susidaro daugiau kaip 2400 įvairių chloro junginių. Pavyzdžiui, Ekvadòro medvarlės ar Vidùržemio jū́ros medūzos savo apsaugai gamina nuodingus organinius chloro junginius. Grybuose ir augaluose, augančiuose ant pūvančių medžių, susidaro apie 300 įvairių chloro junginių.

Tik 16 elementų sudaro 99,5 % Žemės plutos; chloras užima 11 vietą. Tik 15 elementų sudaro 99,5 % žmogaus kūno masės; chloras yra dešimtas pagal kiekį.

Flúoras pavadintas pagal žymiausią mineralą, iš kurio šis elementas išgaunamas, fluoritą. Lydomas šis mineralas skystėja (lot. *fluor* – srovė). Mineralas fluoritas, kurio sudėtyje svarbiausias junginys yra XX a. pabaigoje atrastas kalcio fluoridas CaF_2, pasižymi trapumu. Išskirtinė savybė – fluorescencija ultravioletiniuose spinduliuose.

Fluoro yra mūsų dantų emalyje. Šis elementas į žmogaus organizmą patenka su maistu ir geriamuoju vandeniu.







Mineralai fluoritai. Fluoritas gali būti vienspalvis arba įvairių spalvų – tai priklauso nuo kristalų formos. Fluoritas laikomas spalvingiausiu mineralu pasaulyje. Vertingiausia ir gražiausia – sodri purpurinė jo spalva.

Jòdas paplitęs jodatų pavidalu. Natrio jodato ($NaIO_3$), kaip priemaišos, būna Čilės salietroje ($NaNO_3$). Jodas daugiausia gaunamas iš naftingųjų rajonų gręžinių vandens. Kai kurie jūros augalai, pvz., dumbliai, kaupia jodido I^- jonus (iš šių jūros augalų gaunami nedideli kiekiai jodo I_2). Daugiausia jo yra jūros žuvyse, ypač menkių kepenyse, jūros kopūstuose.



Jūros dumbliai

Brõmo gamtoje randama tik junginiuose. Svarbiausi gamtiniai jo šaltiniai yra vandenynai, jūros, sūrieji ežerai. Bromas gaunamas iš jūros vandens. Manoma, kad elemento pavadinimą lėmė nemalonus jo kvapas (gr. *bromos* – smarvė, bjaurus kvapas).

Visų halogenų jonų yra jūros vandenyje. Lietuvojè halogenų junginių yra sūriuose požeminiuose vandenyse ir Báltijos jū̃roje. Vakarų̃ Lietuvojè rasta akmens druskos (NaCl) klodų.

Pasitikrinkite žinias

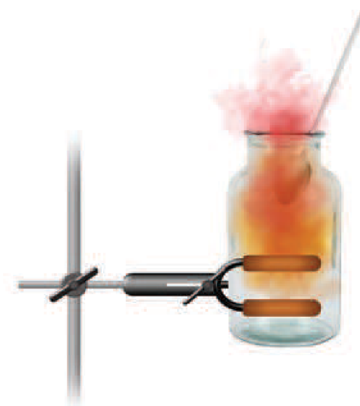
1. Kodėl halogenų gamtoje randama tik junginiuose?
2. Kokios medžiagos vadinamos mineralais?
3. Kokios medžiagos vadinamos druskomis?
4. Duotos tokios druskų formulės: KCl, CaF_2, NaCl, $NaNO_3$, $NaIO_3$, $KCl \cdot MgCl_2 \cdot 6H_2O$.
a) Kurios iš šių druskų yra halogenų mineralai?
b) Pavadinkite kiekvieną mineralą ir parašykite jo formulę.
c) Prisiminkite, kokios medžiagos vadinamos kristalohidratais; kuri formulė yra kristalohidrato?
5. Kokių chloro junginių dažniausiai randama gamtoje?
6. Kur Lietuvojè rasta akmens druskos klodų?
7. Parašykite valgomosios druskos formulę. Kokių jonų atsiranda druskai ištirpus vandenyje?

2.3. Halogenų cheminės savybės

Halogenų sąveika su metalais

Halogenai aktyviai reaguoja su metalais. Metalų junginiai su halogenais vadinami tų metalų **halogenìdais**: chloridais, bromidais, jodidais, fluoridais. Halogenų oksidacijos laipsnis junginiuose su metalais yra –1.

Jei turite galimybių, stebėkite virtualius bandymus kompiuterinėse programose „Elements“, „Crocodile Chemistry“, http://mkp.emokykla.lt/imo, „Saugi chemija“ (http://mkp.emokykla.lt/saugi-chemija/)

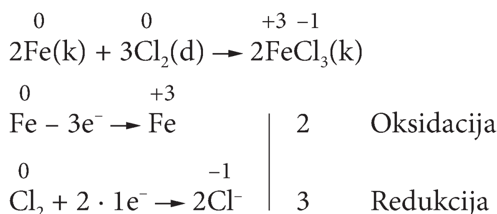


1 bandymas. Geležies reakcija su chloru

Į cheminę stiklinę su chloru suberiami metaliniame šaukštelyje pakaitinti geležies milteliai. Jiems byrant į stiklinę, geležies dalelės dar labiau įkaista ir jungiasi su chloru. Stiklinė prisipildo rusvų dūmų, kuriuos sudaro reakcijos produkto – geležies(III) chlorido $FeCl_3$ – dalelės.

Koks požymis rodo, kad reakcija įvyko?

Chloras pasižymi oksidacinėmis savybėmis. Šios dalinės lygtys rodo, kiek kuris elemento atomas ar jonas atidavė ar prisijungė elektronų:



$$2\overset{0}{Fe}(k) + 3\overset{0}{Cl}_2(d) \rightarrow 2\overset{+3}{Fe}\overset{-1}{Cl}_3(k)$$

$\overset{0}{Fe} - 3e^- \rightarrow \overset{+3}{Fe}$	2	Oksidacija
$\overset{0}{Cl}_2 + 2 \cdot 1e^- \rightarrow 2\overset{-1}{Cl^-}$	3	Redukcija

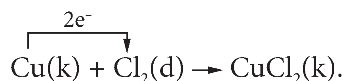
Kuris elementas oksidavosi, o kuris – redukavosi? Kuris iš jų yra oksidatorius, o kuris – reduktorius?

Pastaba. Geležiai reaguojant su aktyviu oksidatoriumi, šio oksidacijos laipsnis junginyje būna +3.

2 bandymas. Vario reakcija su chloru



Plonos varinės vielos gniužulėlis, įkaitintas iki raudonumo ir įleistas į kolbą su chloru, sudega, o kolba prisipildo rusvų dūmų. Juos sudaro vario(II) chlorido $CuCl_2$ dalelės. Vyksta reakcija



$$Cu(k) + Cl_2(d) \rightarrow CuCl_2(k).$$

(Rodyklė nuo Cu prie Cl: $2e^-$)

Kuris elementas oksidavosi, o kuris – redukavosi? Kuris iš jų yra oksidatorius, o kuris – reduktorius?
Koks požymis rodo, kad reakcija įvyko?

Panašiai su chloru reaguoja ir kiti metalai.

Halogenų junginiai su metalais yra joniniai, o jų susidarymo reakcijos – oksidacijos ir redukcijos.

Parašykite po vieną (pasirinktinai) halogeno reakcijos su metalu lygtį. Šią reakciją išnagrinėkite kaip oksidacijos ir redukcijos reakciją. Apibendrinkite rezultatus.

Jei turite galimybių, stebėkite virtualius bandymus kompiuterinėse programose „Elements“, „Crocodile Chemistry“, „Saugi chemija“ (http://mkp.emokykla.lt/saugi-chemija/), http://mkp.emokykla.lt/imo.

Halogenų sąveikos su vandeniliu dėsningumai



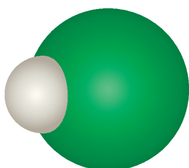
3 bandymas. Vandenilio reakcija su chloru

Kad įvyktų reakcija, reikia vandenilį uždegti. Jei degantis vandenilis įleidžiamas į indą su chloru, degimo procesas vyksta toliau. Vandenilis reaguoja su chloru, geltonai žalias chloras išnyksta ir susidaro baltas debesėlis.



Koks požymis rodo, kad reakcija įvyko?

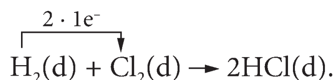
Išsiskyrusios dujos sudarytos iš HCl molekulių. Cheminis ryšys molekulėje – kovalentinis polinis. Vandenilio chlorido dujos bespalvės, aštraus kvapo, gerai tirpsta vandenyje.



HCl



Palyginkite vandenilio ir chloro elektrinį neigiamumą.



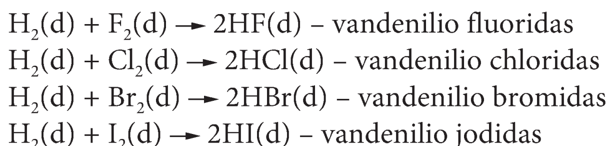
$$\overset{2 \cdot 1e^-}{} \quad H_2(d) + Cl_2(d) \rightarrow 2HCl(d).$$

Kaip kinta atomų oksidacijos laipsniai?

Prisiminkite

Sudėtinėse medžiagose elektronų pora, jungianti du skirtingus atomus, yra arčiau to atomo branduolio, kurio elektrinis neigiamumas didesnis. Toks ryšys vadinamas **kovaleñtiniu pòliniu**.

Fluoras su vandeniliu reaguoja labai greitai ir energingai, dažniausiai su sprogimu. Apšvietus $H_2(d)$ ir $F_2(d)$ mišinį, tuoj pat įvyksta jungimosi reakcija. Su Br_2 ir I_2 vandenilis reaguoja lėtai, reakcijai pagreitinti reikia katalizatoriaus.

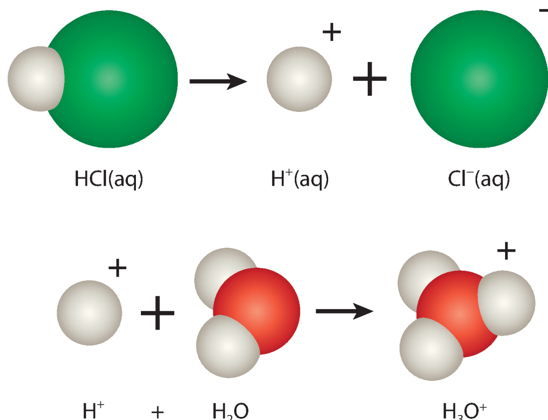


$H_2(d) + F_2(d) \rightarrow 2HF(d)$ – vandenilio fluoridas
$H_2(d) + Cl_2(d) \rightarrow 2HCl(d)$ – vandenilio chloridas
$H_2(d) + Br_2(d) \rightarrow 2HBr(d)$ – vandenilio bromidas
$H_2(d) + I_2(d) \rightarrow 2HI(d)$ – vandenilio jodidas

Reakcijos greitis mažėja

Visi halogenai reaguoja su vandeniliu, sudaro vandenilio halogenidus, reakcijos – oksidacijos ir redukcijos.

Atkreipkite dėmesį, kad dujas sudaro HF, HCl, HBr, HI molekulės, o vandeniniuose tirpaluose dauguma šių molekulių jonizuojasi.



Prisiminkite

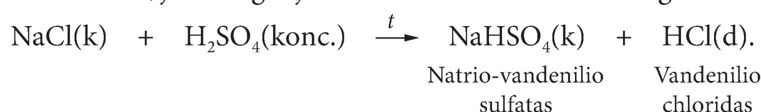
Jonizãcija – atomų ir molekulių virsmas jonais:
$HCl(d)$ + vanduo $\rightarrow HCl(aq) \rightarrow$
$\rightarrow H^+(aq) + Cl^-(aq)$.
Simbolis $H^+(aq)$, reiškiantis hidratuotą vandenilio joną, rašomas vietoj H_3O^+ jono, kuris vadinamas oksoniu.

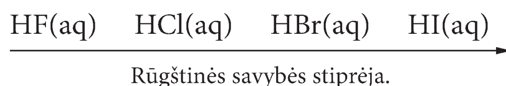
Vandenilio halogenidų vandeniniai tirpalai yra atitinkamos rūgštys. Rūgštines savybes vandenilio halogenidai įgyja tik ištirpę vandenyje.

Vandenilio chlorido rūgštis HCl(aq) dar vadinama **drùskos rūgštimì**.

Prisiminkite rūgščių chemines savybes ir parašykite bendrąsias bei jonines reakcijų lygtis tarp vandenilio chlorido rūgšties ir:
a) natrio hidroksido NaOH;
b) geležies(III) oksido Fe_2O_3;
c) metalo (rinkdamiesi metalą, atkreipkite dėmesį į metalų aktyvumo eilę);
d) kalcio karbonato $CaCO_3$.

4 bandymas. Laboratorijoje druskos rūgštis gaunama iš kieto natrio chlorido, jam reaguojant su koncentruota sieros rūgštimi:



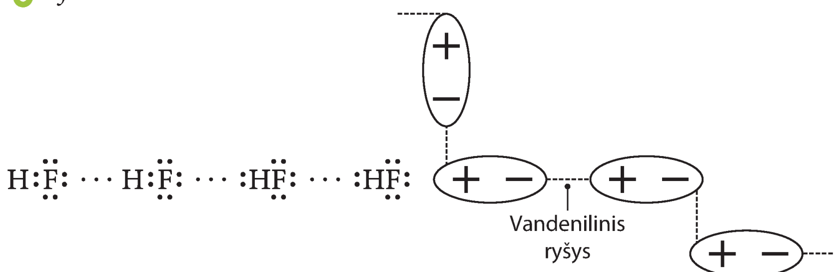


Pavadinkite šias rūgštis.
Kas joms yra bendra?
Kuo jos skiriasi?
Pavadinkite šių rūgščių liekanas.
Parašykite šių rūgščių jonizacijos lygtis.

Ryšio tarp atomų ilgis vandenilio halogenidų molekulėse didėja, ilgėjant halogenų atomų spinduliui. Molekulės dėl to lengviau jonizuojasi.

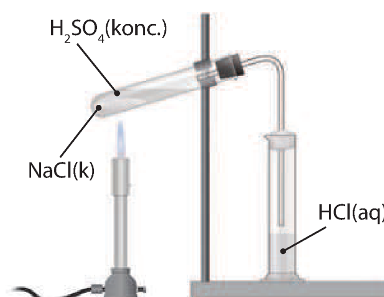
HF vandeninis tirpalas yra silpna rūgštis, visų kitų vandenilio halogenidų tirpalai yra stiprios rūgštys. Silpnos HF rūgštinės savybės priklauso ir nuo vandenilinių ryšių tarp HF molekulių.

Kokiu ryšiu vandenilio fluorido molekulėje yra susiję vandenilis ir fluoras?



Prisiminkite

Rūgštimìs vadinamos medžiagos, kurių vandeniniame tirpale yra H^+(aq) jonų. Kuo geriau rūgštis jonizuojasi, tuo daugiau tirpale yra H^+(aq) jonų, tuo mažesnė tirpalo pH vertė ir tuo rūgštis stipresnė.



Prisiminkite

Vandenìlinis ryšỹs – tai ryšys tarp polinių molekulių. Šiuo atveju – tarp vienos vandenilio fluorido molekulės (vandenilio atomo) ir kitos vandenilio fluorido molekulės (fluoro atomo) laisvosios elektronų poros susidaręs papildomas ryšys.

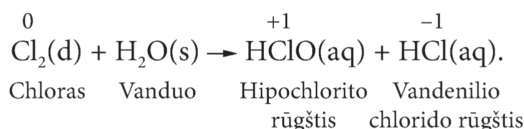
Tai įdomu

Viena iš įdomesnių HF(aq) rūgšties savybių – reakcija su stiklu. Todėl HF(aq) negalima laikyti stikliniuose induose. Ji laikoma tefloniniuose arba polietileniniuose induose.
Paprastumo dėlei laikant stiklą silicio(IV) oksidu SiO_2, galima parašyti tokią reakcijos lygtį:
SiO_2(k) + 4HF(aq) → $2H_2O$ + + SiF_4(d).

Halogenų junginiai su vandeniliu – molekuliniai, ryšys molekulėse – kovalentinis polinis.
Vandenilio halogenidų vandeniniai tirpalai yra rūgštys.

Halogenų reakcija su vandeniu

Chlorui reaguojant su vandeniu, vyksta cheminė reakcija



$$\overset{0}{Cl_2}(d) + H_2O(s) \rightarrow H\overset{+1}{Cl}O(aq) + H\overset{-1}{Cl}(aq).$$

Chloras Vanduo Hipochlorito rūgštis Vandenilio chlorido rūgštis

Šioje reakcijoje vienas chloro molekulės atomas oksiduojasi, kitas – redukuojasi:

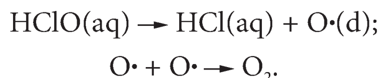


$$\overset{0}{Cl} - e^- \rightarrow \overset{+1}{Cl} \quad \text{Oksidacija} \qquad \overset{0}{Cl} + e^- \rightarrow \overset{-1}{Cl} \quad \text{Redukcija}$$

Įsidėmėkite

Prie radikalo formulės rašomas paryškintas taškas, vaizduojantis nesuporuotą elektroną.

Hipochlorito rūgštis (deguoninė chloro rūgštis) yra stiprus oksidatorius. Ji labai nepatvari – skyla išskirdama atominį deguonį (vadinamą laisvuoju deguonies radikalu):



$$HClO(aq) \rightarrow HCl(aq) + O\bullet(d);$$
$$O\bullet + O\bullet \rightarrow O_2.$$

Bendroji lygtis:



$$2Cl_2(d) + 2H_2O(s) \rightarrow 4HCl(aq) + O_2(d).$$

Analogiškai su vandeniu reaguoja ir kiti halogenai. Fluoras, jungdamasis su vandeniu, net užsidega:



$$2F_2(d) + 2H_2O(s) \rightarrow 4HF(aq) + O_2(d).$$

Kaip kinta baseino vandens pH, kai jis dezinfekuojamas chloru (pH rodiklis nusako vandenilio jonų koncentraciją tirpale)? Kodėl reikia nuolat kontroliuoti baseino vandens pH?

Vandens valymo stotyse vandeniui dezinfekuoti naudojamas natrio hipochloritas NaClO – hipochlorito rūgšties HClO druska. Tai nepatvari medžiaga, ji vandenyje skyla:



$$NaClO(aq) \rightarrow NaCl(aq) + O\bullet(d).$$

Susidaręs atominis deguonis naikina bakterijas – dezinfekuoja geriamąjį vandenį.

Natrio hipochloritas gaunamas tirpinant Cl_2 dujas šarmo tirpale. Vykstant šiai reakcijai, susidaro dviejų druskų tirpalai – natrio hipochloritas NaClO ir natrio chloridas NaCl:



$$\overset{0}{Cl_2}(d) + 2NaOH(aq) \rightarrow Na\overset{+1}{Cl}O(aq) + Na\overset{-1}{Cl}(aq) + H_2O(s).$$

Vandens dezinfekavimas išgelbėjo milijonų žmonių gyvybę. Tačiau dar ir dabar nuo ligų, kuriomis užsikrečiama geriant nešvarų vandenį,

kasdien miršta apie 25 000 žmonių, nes daug žmonių pasaulyje geria nedezinfekuotą vandenį.

Natrio hipochloritas NaClO taip pat naudojamas įprastinių buitinių baliklių gamybai.

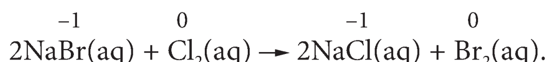
Palyginkite, kaip su vandeniu reaguoja fluoras ir chloras.
Kurioje šių medžiagų: Cl_2, KCl, $KClO_3$, NaOCl – chloro oksidacijos laipsnis yra mažiausias?

Aktyvesnis halogenas išstumia mažiau aktyvų

5 bandymas. Jei į natrio bromido NaBr tirpalą įpilama chloro vandens $Cl_2(aq)$, tirpalas tuojau nusidažo rausvai ruda spalva.

Kurio halogeno spalva yra rausvai ruda?

Chloro vandeniu $Cl_2(aq)$ vadinamas vandeninis chloro tirpalas. Iš natrio bromido chloras išstumia bromą:



$$2Na\overset{-1}{Br}(aq) + \overset{0}{Cl_2}(aq) \rightarrow 2Na\overset{-1}{Cl}(aq) + \overset{0}{Br_2}(aq).$$

Kokio tipo yra ši reakcija – jungimosi, skilimo ar pavadavimo?

$2Br^- - 2 \cdot e^- \rightarrow Br_2$ Oksidacija	Bromido jonai, netekę elektronų, virsta neutraliais atomais, o šie susijungia ir sudaro bromo molekulę.
$Cl_2 + 2 \cdot e^- \rightarrow 2Cl^-$ Redukcija	Chloro molekulė, prisijungusi du elektronus, virsta dviem chlorido jonais.

6 bandymas. Jei į kalio jodido KI tirpalą įpilama bromo vandens $Br_2(aq)$, tirpalas paruduoja arba jame matomi tamsūs kristaliukai.

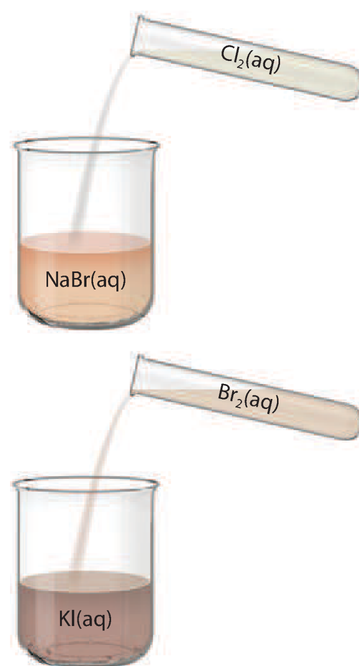
Ar chloras gali išstumti jodą iš kalio jodido KI tirpalo?
Ką pastebėsite vykstant reakcijai? Parašykite šios reakcijos lygtį.
Palyginkite halogenų aktyvumą su jų vieta periodinėje cheminių elementų lentelėje. Kokius dėsningumus pastebite?

Halogenų oksidacinių savybių dėsningumai	
Fluoras išstumia iš halogenidų visus halogenus.	Halogenų oksidacinės savybės silpnėja ↓
Chloras išstumia bromą ir jodą.	
Bromas išstumia tik jodą.	
Jodas neišstumia nė vieno halogeno.	

Halogenas, turintis mažesnį atominį skaičių, išstumia bet kurį halogeną, turintį didesnį atominį skaičių, iš jo junginio su vandeniliu ir metalais.



Klodas Lui Bertolė (*Berthollet*, 1748–1822) – prancūzų mokslininkas, atradęs balinamąsias chloro savybes. Jis pasiūlė chlorkalkes (chloro tirpalą kalio šarme) naudoti tekstilės fabrikuose audiniams balinti. Už šį pasiūlymą po 15 metų Napoleonas Bonapartas suteikė jam senatoriaus titulą.



Pasitikrinkite žinias

1. Palyginkite cheminius ryšius: a) chloro molekulėje; b) vandenilio chlorido molekulėje; c) natrio chlorido kristale.
2. Inde yra 71 g chloro (n. s.) dujų. Apskaičiuokite:
a) kiek tai sudaro molių;
b) šių dujų tūrį;
c) kiek jame molekulių;
d) kiek jame atomų.
3. Apibūdinkite chemines chloro savybes.
a) Parašykite cheminių reakcijų lygtis, kai chloras reaguoja su metalais; su vandeniliu; su vandeniu. Kiekvienu atveju nurodykite elementų oksidacijos laipsnius junginiuose.
b) Paaiškinkite, kurie atomai oksiduojasi, kurie – redukuojasi.
4. Kaip kinta halogenų oksidacinės savybės, didėjant atominiam skaičiui?
5. Apskaičiuokite, kokį tūrį (n. s.) užima šios halogenų dujos:
a) 2,5 mol fluoro F_2; b) 1,5 mol chloro Cl_2.
6. Duotos cheminės medžiagos, kurių formulės yra Mg, Cu, CaO, SiO_2, KOH, $Fe(OH)_3$, $CaCO_3$, Na_2SO_4.
a) Su kuriomis iš šių medžiagų reaguoja vandenilio chlorido rūgštis? Parašykite atitinkamų cheminių reakcijų bendrąsias lygtis.
b) Išrinkite, kuri reakcija iš jų yra oksidacijos ir redukcijos. Paaiškinkite oksidacijos ir redukcijos procesus.
7. Parašykite:
a) chloro ir bromo sąveikos su natrio jodido tirpalu bendrąsias ir jonines reakcijų lygtis;
b) kokiai reakcijų grupei – jungimosi, skilimo ar pavadavimo – priklauso kiekviena šių reakcijų.
8. Ar vandeniui dezinfekuoti gali būti naudojamas fluoras? Atsakymą pagrįskite reakcijos lygtimi.
9. Apskaičiuokite chloro oksidacijos laipsnius šiuose chloro junginiuose: a) NaCl; b) $KClO_3$; c) HClO.
10. Apskaičiuokite, koks kiekis (moliais) aliuminio turi sureaguoti su druskos rūgštimi, kad būtų gauta 11,2 l vandenilio (n. s.). Reakcijos lygtis:



$$2Al(k) + 6HCl(aq) \rightarrow 2AlCl_3(aq) + 3H_2(d).$$

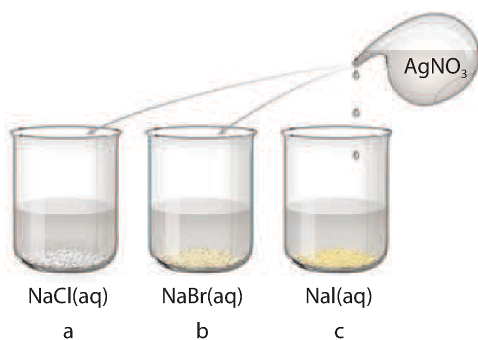
2.4. Halogenidai ir jų atpažinimas

Svarbiausi halogenų junginiai yra halogenidai. Beveik visi halogenidai yra tirpūs vandenyje. Tirpdami jie disocijuoja į jonus. Sidabro halogenidai, išskyrus sidabro fluoridą (AgF), yra netirpūs.

 **1 bandymas.** Į tris Petri lėkšteles įpilkite šių halogenidų tirpalų: natrio chlorido NaCl, natrio bromido NaBr ir natrio jodido NaI.

Į kiekvieną įlašinkite po kelis lašus sidabro nitrato $AgNO_3$ tirpalo. Stebėkite tirpaluose vykstančias jonų mainų reakcijas. Nuosėdų spalvą stebėkite tamsiame fone; palyginkite ją.

Kokius kitimus pastebėjote lėkštelėse?
Kokios naujos medžiagos susidarė?
Kurios medžiagos nusėdo – išsiskyrė nuosėdomis?
Nurodykite kiekvienos reakcijos požymį.



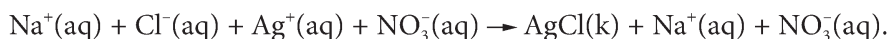


Pirmoje lėkštelėje vyko reakcija, kurios bendroji lygtis



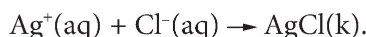
$$NaCl(aq) + AgNO_3(aq) \rightarrow AgCl(k) + NaNO_3(aq).$$

Mainų reakcijos joninė lygtis:



$$Na^+(aq) + Cl^-(aq) + Ag^+(aq) + NO_3^-(aq) \rightarrow AgCl(k) + Na^+(aq) + NO_3^-(aq).$$

Sutrumpinta joninė lygtis:



$$Ag^+(aq) + Cl^-(aq) \rightarrow AgCl(k).$$

Parašykite bendrąsias ir jonines lygtis reakcijų, kurios vyksta antroje ir trečioje lėkštelėje.
Kurie jonai dalyvauja šiose nusodinimo reakcijose?
Kokios rūšies tai reakcijos – jungimosi, skilimo, pavadavimo ar jonų mainų reakcijos tirpaluose?
Kurių metalų halogenidai yra tirpūs vandenyje (panagrinėkite rūgščių, hidroksidų ir druskų tirpumo vandenyje lentelę)? Dar žr. mokymosi objektą „Mainų reakcijos. Tirpumo lentelė“ (http://mkp.emokykla.lt/imo).

Sidabro nitratas – reagentas vandenilio halogenidų ir tirpių halogenidų (išskyrus fluoridus) druskoms atpažinti.

Halogenidų jonų atpažinimas

Halogenidų jonai	Reagentas	Reakcijos produktas (nuosėdos)
Chloridas Cl^-	Sidabro nitratas $AgNO_3(aq)$	Baltos, panašios į varškę sidabro chlorido AgCl nuosėdos
Bromidas Br^-	Sidabro nitratas $AgNO_3(aq)$	Gelsvos sidabro bromido AgBr nuosėdos
Jodidas I^-	Sidabro nitratas $AgNO_3(aq)$	Šviesiai geltonos sidabro jodido AgI nuosėdos



Prisiminkite, kuriais atvejais gali vykti jonų mainų reakcijos tirpaluose.

Jodo I_2 molekules galima atpažinti krakmolu, su kuriuo jis lengvai jungiasi ir sudaro tamsiai mėlynos spalvos produktą. Tai jodo atpažinimo reakcija.

2 bandymas. Ant ką tik perpjautos bulvės užlašinkite spiritinio jodo tirpalo. Stebėkite, kaip jodas nudažo bulvės sudėtyje esantį krakmolą. Bulvė pamėlynuoja.

Pasitikrinkite žinias

1. Pateiktos tirpios druskos.

a) Išrinkite iš šio sąrašo druskas, į kurių tirpalus įpylus sidabro nitrato tirpalo susidarys nuosėdų.

A KBr **B** KCl **C** KNO_3 **D** NaI **E** NaF

b) Parašykite bendrąsias ir jonines reakcijų lygtis.

2. Parašykite reakcijos lygtį, vaizduojančią kalio junginio reakciją su sidabro nitratu, kuriai vykstant gaunamos geltonos nuosėdos.

3. 1 mol $AgNO_3$ sureagavo su 1 mol NaCl. Reakcijos lygtis:

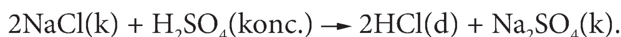


$$AgNO_3(aq) + NaCl(aq) \rightarrow AgCl(k) + NaNO_3(aq).$$

a) Kokių jonų yra tirpale įvykus šiai reakcijai?

b) Kokie jonai sudarė nuosėdas?

4. Vandenilio chloridas, gautas paveikus 58,5 g kristalinio natrio chlorido koncentruotos sieros rūgšties pertekliumi, ištirpintas 146 g vandens. Reakcijos lygtis:



$$2NaCl(k) + H_2SO_4(konc.) \rightarrow 2HCl(d) + Na_2SO_4(k).$$

Apskaičiuokite vandenilio chlorido masės dalį procentais gautame tirpale.

5. Kalio jodidas – balta kristalinė druska – ištirpinta vandenyje. Popieriaus juostelė sumirkyta kalio jodido tirpalu ir įleista į indą su chloru.

a) Parašykite kalio jodido skilimo į jonus reakcijos lygtį.

b) Kokį reakcijos požymį pastebėsite ant popieriaus juostelės, įleistos į indą su chloru?

c) Parašykite ant popieriaus juostelės vykstančios reakcijos lygtį.

6. Parašykite lygtis reakcijų, kurių metu galėtų vykti šie virsmai:



$$Cl_2 \rightarrow NaCl \rightarrow HCl \rightarrow CaCl_2.$$

Kuri reakcija yra oksidacijos ir redukcijos reakcija? Parašykite dalines jos lygtis ir nurodykite, kas kiekvienoje reakcijoje yra oksidatorius ir kas – reduktorius.

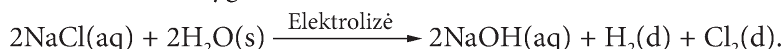
2.5. Chemijos pramonė ir chloras

Chloro junginiai natūraliai susidaro žmogaus organizme. Net jūsų virškinimo sistema priklauso nuo chloro junginių, skaidančių maisto produktus. Chloro junginių randama odoje, dantyse, kraujuje.

Chloro naudojimas

Chloro pritaikymas įvairiapusis. Panaudojant chlorą, pagaminama 85 % vaistų, 96 % žemės ūkio augalų apsaugos priemonių. Su chloro junginiais nuolat susiduriate kasdieniame gyvenime, nes jų yra įvairiuose aplinkiniuose daiktuose. Pavyzdžiui, plastikiniai langų rėmai, lauko baldai, vaistai, dantų pasta, įvairūs balikliai ir valikliai savo sudėtyje turi chloro junginių. Vakarų̃ Euròpoje 98 % geriamojo vandens dezinfekuojama chloru ir chloro junginiais. Pradėjus dezinfekuoti geriamąjį vandenį, sumažėjo cholera sergančių žmonių skaičius. Jau daugiau kaip 100 metų pramonėje chloras naudojamas gaminant tūkstančius produktų, tenkinančių kasdienius žmonių poreikius.

Pramonėje chloras gaunamas iš natrio chlorido NaCl elektrolizės būdu. Elektrolizės lygtis:



$$2NaCl(aq) + 2H_2O(s) \xrightarrow{\text{Elektrolizė}} 2NaOH(aq) + H_2(d) + Cl_2(d).$$



Saulei išgarinus sūriųjų ežerų vandenį, lieka druskos kristalai.



Kokios dar medžiagos gaunamos iš natrio chlorido?
Dažnai sakoma, kad natrio chloridas yra gamtoje neišsenkantis mineralas. Paaiškinkite kodėl.

Iš jūros druskų ar akmens druskos pasaulyje kasmet pagaminama apie 30 mln. t chloro, Vakarų̃ Euròpoje – apie 11,3 mln. t. Chloro gamyba ypač padidėjo nuo 1940 m., nes išaugo plastikų ir įvairių neorganinių chloro junginių naudojimas.



Chloro gamyklos vaizdas

Kitų halogenų naudojimas

Fluoras naudojamas polimerų gamybai. Teflonu, temperatūrai atspariu plastiku, dengiamos keptuvės. Fluoro reikia aukštos temperatūros tepalams, šaldymo skysčiams (freonams), dantų pastai gaminti (saugo dantis nuo ėduonies), vandeniui fluoruoti.

Bromas naudojamas organiniuose junginiuose, tinkančiuose pesticidų, vaistų, dažų, fotopopieriaus, benzino priedų gamybai. Sidabro bromidas AgBr naudojamas gaminant šviesai jautrias fotojuostas.

Jodas plačiai taikomas medicinoje žaizdoms dezinfekuoti, skydliaukės ligoms gydyti, spalvotojoje fotografijoje, dažų, vaistų, halogeninių lempų gamybai.

Beje, chloras per Pirmąjį pasaulinį karą buvo panaudotas kaip pirmasis cheminis ginklas. Chlorfluoralkanai (sutrumpintai CFA) buvo plačiai naudojami pildant aerozolių balionėlius ir kaip šaldytuvų aušinamasis skystis. 1990 m. buvo nustatyta, kad chlorfluoralkanai, pakilę iki ozono sluoksnio, reaguoja su ozonu ir mažina jo koncentraciją. Daugelis išsivysčiusių šalių nebenaudoja CFA dujų aerozolių balionėliuose ir šaldytuvuose.

2 praktikos darbas. Druskos rūgšties savybių tyrimas ir halogenidų atpažinimo reakcijos

Pasinaudokite „Patarimais, kaip atlikti praktikos darbą“ (žr. p. 28).

Užduotys

1. Ištirkite druskos rūgšties sąveiką su metalais (naudokitės metalų aktyvumo eile).

2. Ištirkite druskos rūgšties sąveiką su baziniais oksidais ir tirpiais bei netirpiais hidroksidais (naudokitės rūgščių, hidroksidų ir druskų tirpumo vandenyje lentele).

3. Ištirkite druskos rūgšties sąveiką su silpnų rūgščių druskomis (karbonatais).

4. Mokykitės atpažinti halogenidų jonus.

Pasitikrinkite žinias

1. Kokia žaliava naudojama chloro gamybai?

2. Parašykite natrio chlorido elektrolizės lygtį ir paaiškinkite oksidacijos ir redukcijos procesus.

a) Parašykite produktų, kurie susidaro vykstant natrio chlorido tirpalo elektrolizei, formules.

b) Paaiškinkite, kodėl, elektrolizuojant natrio chlorido tirpalą, negalima gauti metalinio natrio.

3. Nupieškite schemą, vaizduojančią, kur naudojami halogenai fluoras, jodas ir jų junginiai.

4. Namų užduotis. Parenkite projektą „Halogenai – draugai ar priešai“. Informacijos rasite interneto svetainėse, enciklopedijose, žinynuose.

Apibendrinimas

- Laisvi halogenai yra nuodingi. Jų negalima uostyti. Su jais reikia elgtis labai atsargiai.
- Didėjant branduolio krūviui ir mažėjant elektriniam neigiamumui, halogenų cheminis aktyvumas grupėje silpnėja.
- Halogenai – stiprūs oksidatoriai. Jų sugebėjimas oksiduoti didėja, trumpėjant atomo spinduliui.
- Visi halogenai reaguoja su vandeniliu, sudaro vandenilio halogenidų molekules – dujines medžiagas, reakcijos – oksidacijos ir redukcijos.
- Vandenilio halogenidų vandeniniai tirpalai yra atitinkamos rūgštys. Rūgštines savybes vandenilio halogenidai įgyja tik ištirpę vandenyje, nes vandeniniuose tirpaluose dauguma molekulių jonizuojasi.
- Halogenas, turintis mažesnį atominį skaičių, išstumia bet kurį halogeną, turintį didesnį atominį skaičių, iš jo junginio su vandeniliu ir metalais.
- Sidabro nitratas yra reagentas vandenilio halogenidų ir tirpių halogenidų (išskyrus fluoridus) druskoms atpažinti.
- Chloras naudojamas gaminant tūkstančius produktų, tenkinančių kasdienius mūsų poreikius.



3 skyrius

Deguonis ir siera

Šiame skyriuje

sužinosite,

- kokia yra deguonies ir sieros vieninių medžiagų sandara;
- kaip cheminiai ryšiai susiję su medžiagų savybėmis;
- kaip atmosferoje susidaro ozonas ir vandenilio peroksidas, H_2O_2, koks yra šių dujų vaidmuo Žemėje;
- kur ir kokiu pavidalu siera ir jos junginiai paplitę gamtoje;
- kokios yra sieros ir jos junginių savybės; kur jie naudojami;
- kaip kinta oksidacinės ir redukcinės sieros junginių savybės, keičiantis jų oksidacijos laipsniui;
- kaip pramonėje gaminama sieros rūgštis;
- kaip susidaro rūgštieji lietūs ir koks jų poveikis aplinkai.

Išmoksite

- lyginti deguonies ir ozono savybes;
- taikyti jau žinomus dėsningumus sieros junginių savybėms apibūdinti;
- vertinti sieros junginių reikšmę kasdieniame gyvenime, jų naudojimo įtaką žmogui ir gamtai;
- vertinti sieros rūgšties gamyboje taikomų technologijų įtaką žmogui ir gamtai;
- pagal pateiktą aprašą atlikti bandymą, gauti ir apdoroti bandymo rezultatus, daryti išvadas;
- saugiai atlikti stebėjimus ir tyrimus;
- apibūdinti ozono sluoksnio reikšmę Žemei;
- skaičiuoti pagal pateiktas reakcijos lygtis, kai nurodyta, kiek procentų priemaišų yra vienoje iš pradinių medžiagų.

Prisiminsite

- nemetalų charakteristiką pagal padėtį periodinėje cheminių elementų lentelėje;
- atomų sandarą;
- cheminius ryšius;
- oksidacijos ir redukcijos reakcijas;
- jonų mainų reakcijas tirpaluose;
- kokios medžiagos yra rūgštys, joms būdingas savybes;
- kaip susidaro rūgščiosios druskos;
- kokios medžiagos vadinamos katalizatoriais.

3.1. Deguonis

Deguonis ir siera yra VIA grupės elementai.

VIA grupės elementų atomų sandaros palyginimas

Elementas	Branduolio krūvis	Elektroninė sandara	Elektrinis neigiamumas	Oksidacijos laipsnis	
				Neigiamasis	Teigiamasis
Deguonis O	+8	2, 6	3,44	−2, −1***	+2****
Siera S	+16	2, 8, 6	2,58	−2	+4, +6
Selenas Se	+34	2, 8, 18, 6	2,55	−2	+4, +6
Telūras Te*	+52	2, 8, 18, 18, 6	2,1	−2	
Polonis Po**	+84	2, 8, 18, 32, 18, 6			

*_Telūras_ yra pusmetalis.
**Polonio žinomi tik labai trumpai egzistuojantys radioaktyvūs izotopai.
***Deguonies oksidacijos laipsnis −1 yra peroksiduose.
****Deguonies oksidacijos laipsnis +2 yra deguonies fluoride OF_2.

Kiek elektronų yra šios grupės elementų atomų išoriniame sluoksnyje?
Kuo pagal atomo sudėtį panašūs elementai, esantys toje pačioje grupėje, ir kuo jie skiriasi?
Kaip kinta šių elementų elektrinis neigiamumas ir nuo ko tai priklauso?

Tai įdomu

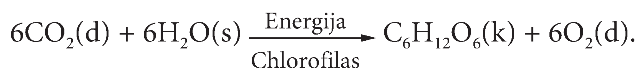
- Deguonies kiekis, kurį žmogus sunaudoja per savo gyvenimą, – apie 21 mln. litrų.
- Žemės žaliasis apdaras – tai milžiniška gamykla, kuri išskiria į biosferą laisvą deguonį.

Deguonies savybės

Deguonis – labiausiai gamtoje paplitęs elementas. Jis sudaro 49,13 % Žemės plutos masės. Gryno deguonies yra ore (21 % tūrio dalies). Deguonies yra oksidų, hidroksidų, įvairių druskų (mineralų ir uolienų), vandens, be to, organinių junginių sudėtyje.

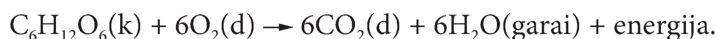
Šis elementas labai svarbus gyvybiniams procesams. Maistas, patekęs į organizmą, oksiduojasi. Ląstelėse, deguoniui jungiantis su kraujo atneštomis maisto medžiagomis, išsiskiria energija, kuri ir yra svarbiausias mūsų energijos šaltinis. Ore deguonies sumažėjus iki 16 %, prasideda deguonies badas.

Gamtoje vyksta įvairios cheminės reakcijos, kurių metu susidaro deguonis, bet svarbiausias deguonies šaltinis yra fotosintezė:



$$6CO_2(d) + 6H_2O(s) \xrightarrow[\text{Chlorofilas}]{\text{Energija}} C_6H_{12}O_6(k) + 6O_2(d).$$

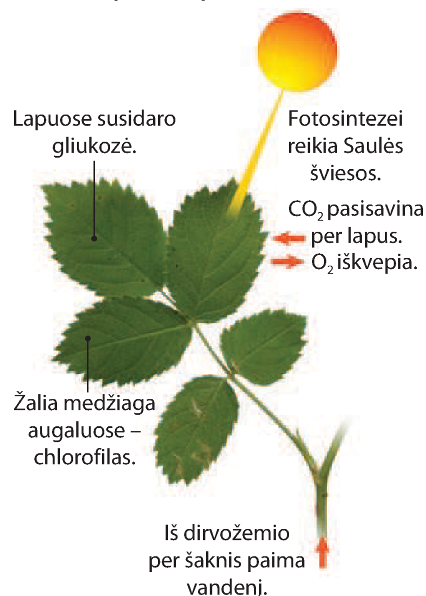
Kvėpuojant vyksta atvirkštinė reakcija – pasisavinamas oro deguonis. Tai savita degimo reakcija, per kurią atpalaiduojama energija:



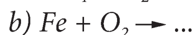
$$C_6H_{12}O_6(k) + 6O_2(d) \rightarrow 6CO_2(d) + 6H_2O(garai) + energija.$$

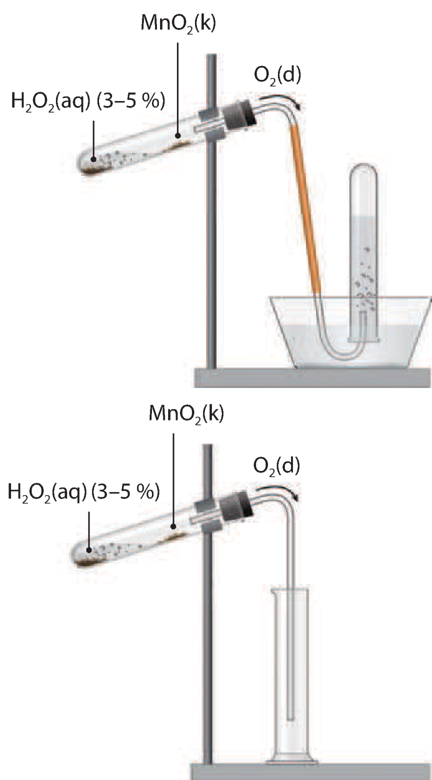
Degimas – greita medžiagos reakcija su deguonimi, per kurią išsiskiria daug šilumos.

ŽALIŲ AUGALŲ FOTOSINTEZĖ



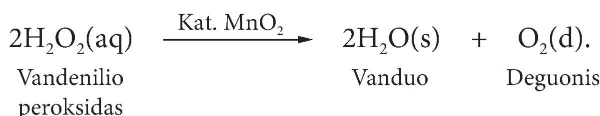
Degimas, rūdijimas ir kvėpavimas yra oksidacijos ir redukcijos reakcijos, kurioms būtinas deguonis.

Baikite rašyti šių cheminių reakcijų lygtis:
a) $CH_4 + O_2 \rightarrow$ ... 
b) $Fe + O_2 \rightarrow$ ... 
ir paaiškinkite oksidacijos ir redukcijos procesus (anglies oksidacijos laipsnis metane yra –4).



Aštuntoje ir devintoje klasėje susipažinote su deguonies fizikinėmis ir cheminėmis savybėmis. Nagrinėjote metalų ir nemetalų reakcijas su deguonimi susidarant oksidams, oksidų rūgštines ir bazines savybes. Prisiminkite, kaip gaunamas deguonis pramonėje ir laboratorijoje. Pramonėje jis gaunamas iš suskystinto oro (žr. p. 17), laboratorijoje – skaidant kai kuriuos deguonies junginius, pvz., vandenilio peroksidą.

Bandymas. Į vandenilio peroksido tirpalą įberkite juodų mangano(IV) oksido miltelių. Netrukus ims skirtis deguonies dujų burbuliukai:



$$2H_2O_2(aq) \xrightarrow{\text{Kat. } MnO_2} 2H_2O(s) + O_2(d).$$

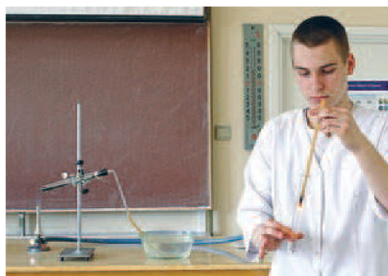
Vandenilio peroksidas — Vanduo — Deguonis

Bandymui naudojamas MnO_2 atlieka katalizatoriaus funkciją.

Katalizãtoriai – tai medžiagos, kurios pagreitina reakciją, o pačios, jai vykstant, lieka nepakitusios.

Deguonis atpažįstamas rusenančia skalele. Ji užsiliepsnoja.

Apie deguonies pritaikymą jau mokėtės aštuntoje klasėje. Prisiminkite, kur naudojamas deguonis, ir atsakykite į klausimus.



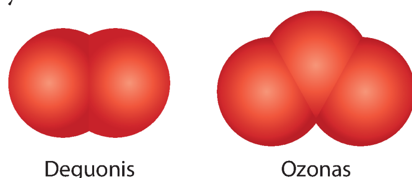
Kodėl deguonies kaukės reikalingos labai aukštai skraidantiems lakūnams, kosmonautams ir narams?
Kodėl lydomas plienas gryninamas pučiant per jį deguonį?
Kodėl deguonies ir acetileno C_2H_2 *mišinys naudojamas metalams suvirinti?*

Ozonas

Ozono savybės. Jau esate susipažinę su kita iš deguonies atomų sudaryta vienine medžiaga – ozonu, kurio formulė O_3.

Elemento gebėjimas sudaryti kelias skirtingos molekulinės sandaros vienines medžiagas vadinamas **alotròpija**, o tos vieninės medžiagos – **alotròpinėmis atmainomìs**.

Šios dvi vieninės medžiagos skiriasi molekulių sudėtimi, fizikinėmis ir cheminėmis savybėmis.



Kuo panaši ir kuo skiriasi deguonies ir ozono molekulių sandara?

Ozonas – nepatvari medžiaga, gana greitai virstanti deguonimi: $O_3 \rightarrow O_2 + O\cdot$. Susidarę deguonies atomai (laisvieji radikalai) jungiasi į molekulę: $O\cdot + O\cdot \rightarrow O_2$.

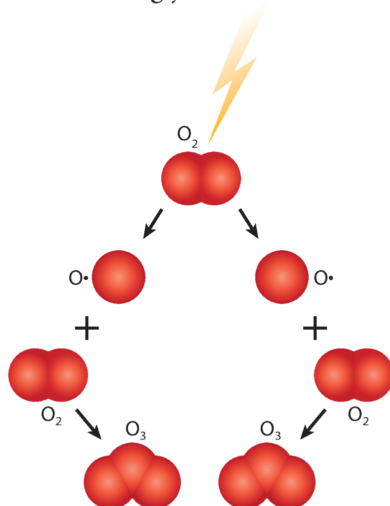
Deguonies ir ozono savybių palyginimas

Deguonis	Ozonas
Deguonis (n. s.) yra dujos. Deguonis – bespalvės, bekvapės dujos. Blogai tirpsta vandenyje (0,049 g/100 ml 0 °C). Virimo temperatūra –183 °C. Pasižymi oksidacinėmis savybėmis.	Ozonas (n. s.) yra dujos. Ozonas – melsvos spalvos dujos, turinčios savitą kvapą. Blogai tirpsta vandenyje (0,105 g/100 ml 0 °C). Lengvai skyla, turi dezinfekuojančių savybių. Virimo temperatūra –111,3 °C. Chemiškai daug aktyvesnis už deguonį, pasižymi ypač stipriomis oksidacinėmis savybėmis. Pusantro karto sunkesnis už deguonį.

Atskilę deguonies atomai (laisvieji radikalai) chemiškai daug aktyvesni už deguonies molekulę, dėl to ozonas yra aktyvesnis už deguonį. Ozonas – stipresnis oksidatorius negu deguonis.

Žemės atmosferoje yra apytiksliai 0,2 % (tūrio dalies) deguonies radikalų.

Ozono susidarymas. Ozonas susidaro tik tada, kai deguonies molekulės veikiamos su didele energija.



Tai įdomu

Ozono terminą 1839 m. pirmasis pavartojo vokiečių chemikas Kristianas Frydrichas Šenbainas (*Schönbein*, 1799–1868). Šias dujas jis taip pavadino dėl labai savito kvapo, skleidžiamo perkūnijos metu, ypač po lietaus (graikų kalba *ozōn* – kvepiantis).

Tai įdomu

Vykstant medžiagų apykaitai, mūsų organizme susidaro tam tikras kiekis aktyviojo deguonies, arba laisvųjų radikalų (O•). Laisvieji radikalai yra tarsi organizmo ginklas, šalinantis prasiskverbusias bakterijas. Tačiau kai aktyviojo deguonies būna per daug, jis palengva ima vis labiau kenkti organizmui, skatinti oksidacijos ir senėjimo procesus. Todėl žmonėms patariama kuo daugiau vartoti antioksidantų. Tai oksidaciją stabdančios medžiagos, jos spartina organizme deguonies molekulių susidarymą. Tokį poveikį turi vitaminai A, E ir C. Antioksidantų yra augalinės kilmės maisto produktuose, turinčiuose chlorofilo. Tai žalioji arbata, tamsiai ir šviesiai žalios daržovės, mat šie augalai patys, kad išvengtų oksidacijos, gamina antioksidantus.

Tai įdomu

Aukštesniuose atmosferos sluoksniuose (apie 20 km virš jūros lygio) ozonas sugeria ultravioletinę spinduliuotę, reguliuoja jos srautą į Žemės paviršių, taigi apsaugo gyvąjį pasaulį nuo pražūtingo jos poveikio. Jis sugeria apie 4 % visos Saulės energijos, sklindančios į Žemę. Ozono daugiausia yra 20–25 km aukštyje, vidutinis jo storis – nuo 1,5 mm iki 4,5 mm. Įvairiose geografinėse platumose ozonas pasiskirstęs nevienodai. Mažiausiai jo yra pusiaujuje. Einant link ašigalių – daugiau, o daugiausia – poliarinėse srityse, kur atmosfera skaidriausia. Ypač daug ozono pavasarį, kai oras švariausias ir ultravioletinė spinduliuotė intensyviausia, kur kas mažiau – rudenį.

Prie pat Žemės esantis ozonas susidaro griaudžiant ir žaibuojant, jo kvapas jaučiamas ore per smarkias audras su perkūnijomis, ypač po lietaus. Ore ozono kvapas išsilaiko tik keliolika sekundžių – ši medžiaga gana greitai skyla ir dezinfekuoja orą susijungdama su bet kokia, pvz., išmetamųjų dujų, dalele ir ją sunaikindama. Oras pasidaro gaivus, turtingas deguonies.

Ozonas gali susidaryti ir patalpose, kur veikia galingi elektros įrenginiai, kopijavimo aparatai.

Daug ozono yra gaminama pramonėje iš deguonies.

Ozonas gali būti naudojamas vietoj chloro geriamajam vandeniui dezinfekuoti, jame nėra kenksmingų chloro junginių. Tik bėda, kad ozonas labai trumpai apsaugo vandenį nuo bakterijų ir kitų mikroorganizmų.

Ozonas naudojamas kaip balinimo medžiaga, be to, gydymo tikslams – žaizdoms dezinfekuoti.

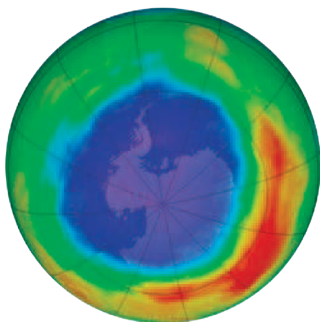
Paaiškinkite, kaip ozonas apsaugo vandenį ir orą nuo kenksmingų medžiagų.
Kodėl ozonas tik trumpą laiko tarpą dezinfekuoja vandenį?
Kodėl ozonas išblukina kai kuriuos dažus, o deguonis – neišblukina?

Kaip atsiranda ozono skylės. Apie stratosferos ozono sluoksnio nykimą, kaip apie vieną iš svarbiausių pastarojo laikotarpio ekologinių problemų, pradėta kalbėti prieš 15–20 metų. Pvz., 1985 m. buvo konstatuotas ozono sluoksnio nykimas virš Antárkties (nuo 1979 m. iki 1985 m. ten ozono sumažėjo 40 %). Gana ilgai buvo manoma, kad ozono sluoksnio plonėjimas būdingas tik Antárkties regionui, tačiau 1991 m. vadinamosios ozono skylės buvo pastebėtos ir Šiaurės pusrutulyje, virš Vakarų̃ bei Rytų̃ Euròpos.

Kodėl toks svarbus ozono sluoksnio storis?

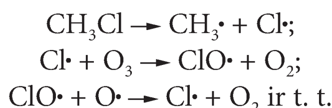
Kuo storesnis ozono sluoksnis, tuo mažiau į Žemę patenka žmonėms, augalams ir gyvūnams pavojingos ultravioletinės Saulės spinduliuotės. Sluoksniui suplonėjus, gyvybė Žemėje gauna daugiau ultravioletinės spinduliuotės, kuri sukelia vėžį ir kitas ligas, naikina žmonėms ir gyvūnams naudingus mikroorganizmus. Jeigu atmosferoje nebūtų ozono sluoksnio, gyvybė Žemėje neegzistuotų.

Ozoną labiausiai naikina freonai – medžiagos, kurios buvo ypač dažnai naudojamos šaldytuvų, oro vėdinimo sistemų gamybai, aerozoliniuose purškaluose, pesticiduose. Freonai – angliavandenilių halogeniniai dariniai, pvz., CF_2Cl_2 (sutrumpintai žymimas CFC pagal cheminių elementų anglies, fluoro ir chloro simbolių pirmąsias raides). Jie ypač lengvai reaguoja su ozono molekulėmis ir taip plonina, ardo ozono sluoksnį.



Ozono skylė virš Antarktìdos

Degant miškams, kitoms medžiagoms, išsiskiria metilo chlorido CH_3Cl dujos, kurios, veikiamos Saulės energijos, skyla:



$$CH_3Cl \rightarrow CH_3\cdot + Cl\cdot;$$
$$Cl\cdot + O_3 \rightarrow ClO\cdot + O_2;$$
$$ClO\cdot + O\cdot \rightarrow Cl\cdot + O_2 \text{ ir t. t.}$$

Griežta freonų naudojimo apribojimų programa pasiteisino ir situacija stabilizavosi. 1987 m. pasirašytas Monreālio protokolas dėl ozono sluoksnį ardančių medžiagų mažinimo davė naudos.

Žemutiniuose atmosferos sluoksniuose ozono O_3 yra labai mažai. Pažemėje ozonas laikomas oro teršalu, kenkiančiu plaučiams, leistina tik labai maža jo koncentracija. Paaiškinkite kodėl. Apibūdinkite gaisrų daromą poveikį gamtai.

Vandenilio peroksidas

Vandenilio peroksidas H_2O_2 – skystas vandenilio ir deguonies junginys.

Peroksiduose deguonies oksidacijos laipsnis yra –1.

Skylant vandenilio peroksidui, susidaro deguonies radikalai:



$$H_2O_2(s) \rightarrow H_2O(s) + O\cdot(d).$$

Ryšys tarp deguonies atomų silpnas, vandenilio peroksidas lengvai skyla net veikiamas šviesos, todėl jis laikomas tik tamsaus stiklo buteliuose. Jo 3 % vandeninis tirpalas buityje naudojamas kaip balinimo priemonė ir antiseptikas.

Vandenilio peroksidas, kaip ir ozonas, yra stiprus oksidatorius.

Kodėl vandenilio peroksidas yra stiprus oksidatorius?

Pasitikrinkite žinias

1. Deguonis – labiausiai paplitęs elementas Žemėje, nes jo yra ne tik ore, bet ir daugelyje aplinkinių medžiagų. Išvardykite bent 10 jums žinomų medžiagų, kurių sudėtyje yra deguonies.

2. Nustatykite deguonies oksidacijos laipsnį šiose medžiagose: O_2, Li_2O, CaO, P_2O_5, O_3, H_2SO_4, H_2O_2, SO_3, OF_2, Na_2O_2.

a) Ar visuose šiuose junginiuose deguonies oksidacijos laipsnis yra vienodas?

b) Išrinkite iš to sąrašo medžiagas, kurioms būdingos bazinės savybės.

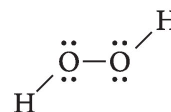
c) Išrinkite iš to sąrašo medžiagas, kurioms būdingos rūgštinės savybės.

d) Parašykite dvi reakcijų lygtis tarp medžiagų, kurioms būdingos skirtingos savybės (bazinės ir rūgštinės).

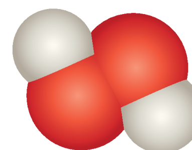
3. Parašykite deguonies reakcijų su vieninėmis medžiagomis lygtis; vykstant šioms reakcijoms, gaunami: a) azoto(II) oksidas; b) anglies(IV) oksidas; c) fosforo(V) oksidas; d) kalcio oksidas. Nurodykite oksidatorių.

Tai įdomu

CFC molekulės keliauja iki stratosferos 1–2 metus. Ten, veikiamos Saulės energijos, skyla ir susidaro chloro ir chloro oksidų molekulės, kurios reaguoja su ozono molekulėmis. Viena chloro molekulė gali suardyti 10 000–100 000 ozono molekulių.



Vandenilio peroksido struktūrinė formulė



Molekulės modelis

Tai įdomu

Kaip vandenilio peroksidas susidaro gamtoje? Sunkesnis už deguonį ozonas, pasiekęs vandens garų sluoksnį, „padovanoja" vieną deguonies atomą vandeniui. Taip susidaro vandenilio peroksidas:
$H_2O + O\cdot \rightarrow H_2O_2$.
Šis deguonies prisotintas vanduo krinta į žemę lietaus ir sniego pavidalu. Jis veikia kaip natūralus ežerų, upių ir vandenynų dezinfekantas. Švarus, gaivus šaltinio vanduo, ledynų ir sniegynų tirpsmo vanduo turi daug vandenilio peroksido. Maži jo kiekiai yra visose daržovėse, vaisiuose, augalų nektare (taigi ir bičių suneštame meduje). Mūsų kūne taip pat yra šiek tiek vandenilio peroksido. Jį gamina gerosios žarnyno bakterijos.

Įsiminkite sąvokas

- Katalizãtoriai
- Alotròpija
- Alotròpinės ãtmainos

4. Parašykite lygtį reakcijos, kurioje viena vieninė medžiaga virsta kita vienine medžiaga.

5. Suskaidyta 79 g kalio permanganato. Reakcijos lygtis:



$$2KMnO_4(k) \rightarrow K_2MnO_4(k) + MnO_2(k) + O_2(d).$$

Apskaičiuokite išsiskyrusio deguonies tūrį (n. s.) ir molekulių skaičių.

6. Apskaičiuokite 160 g deguonies kiekį bei tūrį (n. s.).

7. Parašykite gliukozės $C_6H_{12}O_6$ oksidacijos reakcijos lygtį. Reakcijos produktai yra vanduo ir anglies(IV) oksidas. Kokia šios reakcijos esmė?

3.2. Siera ir jos junginiai



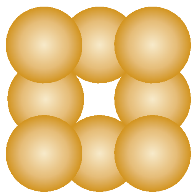
Ugnikalnio krateris, kurio paviršiuje yra sieros

Siera

Siera žinoma nuo seniausių laikų. Kaip cheminį elementą ją 1777 m. pirmą kartą paminėjo prancūzų mokslininkas Antuanas Loranas Lavuazjė (*Lavoisier*, 1743–1794).

Nustatyta, kad du trečdaliai sieros, kuri patenka į atmosferą, išsiskiria išsiveržus ugnikalniams. Siera – geltonos spalvos, trapi ir degi medžiaga. Kaip ir dauguma nemetalų, ji yra blogas šilumos ir elektros laidininkas. Siera vandenyje beveik netirpsta.

Sieros molekulinė formulė yra S_8.

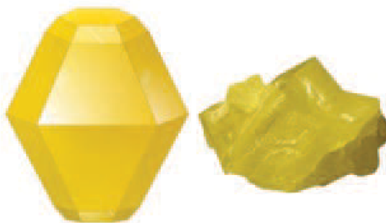


Sieros molekulės modelis



Koks yra sieros oksidacijos laipsnis vieninėje medžiagoje?

Siera sudaro daug alotropinių atmainų. Dvi patvarias kristalines sieros alotropines atmainas – rombinę ir monoklininę sierą – sudaro žiedinės sandaros S_8 molekulės. Paprastumo dėlei siera reakcijų lygtyse žymima S.



Rombinė siera

Kaip siera reaguoja su metalais ir nemetalais

Reagentai	Reakcijos lygtis	Pastabos
Metalai	$2Al(k) + 3S(k) \rightarrow Al_2S_3(k)$ $Zn(k) + S(k) \rightarrow ZnS(k)$	Kaitinama siera jungiasi su metalais (išskyrus auksą ir platiną), sudaro sulfidus. Reakcijos yra egzoterminės. Sieros oksidacijos laipsnis sulfiduose yra –2.
Nemetalai	$S(k) + O_2(d) \rightarrow SO_2(d)$ $S(k) + H_2(d) \xrightarrow{t} H_2S(d)$	Dega mėlyna liepsna. Be katalizatoriaus susidaro tik SO_2. Sieros oksidacijos laipsnis yra +4. Junginyje su vandeniliu sieros oksidacijos laipsnis yra –2.



Monoklininė siera

Siera paplitusi laisva arba junginiuose:

- Siera yra penkioliktas pagal paplitimą elementas Žemės plutoje, sudaro apie 0,005 % Žemės plutos masės.

- Siera yra šeštas pagal gausumą elementas gamtiniuose vandenyse, daugiausia sulfato jono SO_4^{2-} pavidalo. Jūrų vandenyje yra ištirpusių magnio, natrio ir kalio sulfatų.
- Siera įeina į baltymų sudėtį. Juose yra 0,8–2,4 % sieros, nelygu kokia baltymo sudėtis (daugiausia – nagų, ragų, plaukų baltymuose).
- Naftoje ir akmens anglyse yra įvairių sieros turinčių organinių junginių.

Gamtoje daugiausia randama sieros junginių sulfidų ir sulfatų.

Įvairūs sulfidų ir sulfatų mineralai

Sulfidai (sieros oksidacijos laipsnis –2)	**Sulfatai** (sieros oksidacijos laipsnis +6)
Cinko blizgis ZnS (sfaleritas)	Karčioji druska $MgSO_4 \cdot 7H_2O$
Chalkopiritas $CuFeS_2$	Gipsas $CaSO_4 \cdot 2H_2O$
Švino blizgis PbS (galenitas)	Mirabilitas $Na_2SO_4 \cdot 10H_2O$ (Glauberio druska)
Piritas FeS_2	

Sieros naudojimas

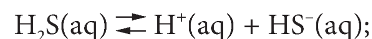
- Apie 90 % visos sieros yra sudeginama iki sieros(IV) oksido SO_2(d), o diduma gauto SO_2(d) perdirbama į sieros rūgštį H_2SO_4.
- Dalis laisvos sieros panaudojama kaučiukui vulkanizuoti (vulkanizuotas kaučiukas yra guma).
- Žemės ūkyje siera labai praverčia kovojant su augalų kenkėjais ir ligomis.
- Medicinoje sieros tepalais gydomos odos ligos.
- Dar siera naudojama juodojo parako ir degtukų gamybai.

Tai įdomu

Išsiliejusį gyvsidabrį galima surinkti su siera. Gyvsidabris ir siera, palietę vienas kitą, reaguoja ir susidaro patvarus, nekenksmingas junginys – cinoberis.

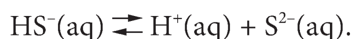
Vandenilio sulfidas

Vandenilio sulfidas H_2S – bespalvės, nuodingos, nemalonaus (supuvusio kiaušinio) kvapo dujos, kurios susidaro pūvant baltymams. Vandenilio sulfido yra gamtinėse dujose, ugnikalnių dujose. Šių dujų tirpalas – silpnoji rūgštis. Ji jonizuojasi pakopomis:



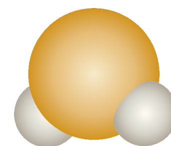
$$H_2S(aq) \rightleftarrows H^+(aq) + HS^-(aq);$$

Vandenilio sulfidas   Vandenilio sulfido jonas

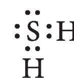


$$HS^-(aq) \rightleftarrows H^+(aq) + S^{2-}(aq).$$

Rodyklės $\rightleftarrows$ cheminės reakcijos lygtyje rodo, kad reakcija yra grįžtamoji, t. y. tokiomis pat sąlygomis vyksta tiesiogine ir atvirkštine kryptimi.



Vandenilio sulfido molekulės modelis



Taškinė elektroninė formulė



Kodėl vandenilio sulfido rūgštis yra silpnoji rūgštis?

Vandenilio sulfido rūgšties druskos vadinamos **sulfìdais**.

Sulfidams degant, susidaro sieros(IV) oksidas	Sulfidams reaguojant su stipriosiomis rūgštimis, išsiskiria vandenilio sulfido dujos
$2ZnS(k) + 3O_2(d) \rightarrow 2ZnO(k) + 2SO_2(d)$	$FeS(k) + 2HCl(aq) \rightarrow FeCl_2(aq) + H_2S(d)$ (stiprioji rūgštis išstumia silpnąją rūgštį)


Parašykite sulfido jono elektroninę formulę.

Sieros deguoniniai junginiai

Sieros oksidai ir jų savybės

Sieros(IV) oksidas SO_2 (sieros dioksidas) (Sieros oksidacijos laipsnis +4)	**Sieros(VI) oksidas SO_3 (sieros trioksidas)** (Sieros oksidacijos laipsnis +6)
Bespalvės, troškaus kvapo, sunkesnės už orą dujos, virimo temperatūra –10 °C.	Lakus bespalvis skystis. Ore jis rūksta, nes susidaro labai smulkūs sieros rūgšties lašeliai.
Sieros(IV) oksidas gerai tirpsta vandenyje. Tai rūgštinis oksidas, kuriam tirpstant vandenyje susidaro silpnoji **sulfìto rūgštìs** $H_2SO_3(aq)$: $SO_2(d) + H_2O(s) \rightleftarrows H_2SO_3(aq)$. Reaguoja su bazėmis, sudaro druskas – **sulfitùs**: $SO_2(d) + Ba(OH)_2(aq) \rightarrow BaSO_3(k) + H_2O(s)$, $SO_2(d) + CaO(k) \rightarrow CaSO_3(k)$. Reaguoja su deguonimi (veikiant katalizatoriui): $2SO_2(d) + O_2(d) \overset{V_2O_5}{\rightleftarrows} 2SO_3(d)$.	Sieros(VI) oksidas gerai tirpsta vandenyje. Tirpstant išsiskiria daug šilumos, o gautas tirpalas yra stiprioji **sierõs (sulfãto) rūgštìs**: $SO_3(d) + H_2O(s) \rightarrow H_2SO_4(aq) + Q$. Reaguoja su bazėmis, sudaro druskas – **sulfatùs**: $SO_3(d) + Ba(OH)_2(aq) \rightarrow BaSO_4(k) + H_2O(s)$, $SO_3(d) + CaO(k) \rightarrow CaSO_4(k)$.


Apskaičiuokite sieros dioksido santykinį tankį D oro atžvilgiu. Kiek kartų šios dujos sunkesnės už orą?

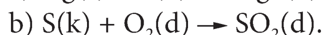
Pasitikrinkite žinias

1. Parašykite sieros atomo taškinę formulę.
a) Kiek valentinių elektronų turi sieros atomas?
b) Koks gali būti sieros neigiamasis oksidacijos laipsnis?
c) Koks gali būti sieros aukščiausias teigiamasis oksidacijos laipsnis?

2. Apibūdinkite šių molekulių sandarą: sieros S_8 ir vandenilio sulfido H_2S.
a) Parašykite jų elektronines formules.
b) Koks ryšys tarp atomų natrio sulfide Na_2S?

3. Siera pasižymi tiek oksidacinėmis, tiek redukcinėmis savybėmis. Nustatykite toliau pateiktose reakcijos lygtyse sieros oksidacijos laipsnį ir nurodykite, kurioje reakcijoje siera yra oksidatorius, kurioje – reduktorius:


a) $Hg(s) + S(k) \rightarrow HgS(k)$;


b) $S(k) + O_2(d) \rightarrow SO_2(d)$.

4. Sierai degant deguonyje, susidaro sieros dioksidas SO_2.

a) Koks sieros oksidacijos laipsnis šiame okside?

b) Pavadinkite šį oksidą pagal sisteminę nomenklatūrą.

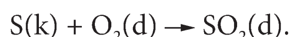
c) Parašykite sieros dioksido degimo deguonyje reakcijos lygtį.

5. Parašykite lygtis reakcijų, kurių metu galėtų vykti šie virsmai:

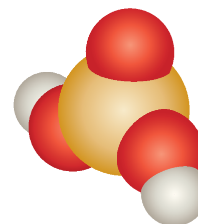

a) $SO_2 \rightarrow H_2SO_3 \rightarrow CaSO_3$;


b) $SO_3 \rightarrow H_2SO_4 \rightarrow Na_2SO_4$.

6. Apskaičiuokite, kiek gramų sieros(IV) oksido susidarys sudeginus 4,80 g sieros ir koks tūris deguonies (n. s.) bus sunaudotas? Reakcijos lygtis:


$$S(k) + O_2(d) \rightarrow SO_2(d).$$

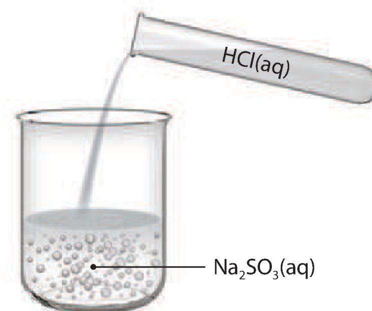
3.3. Sulfito rūgštis H_2SO_3. Sulfitai


Sulfito rūgšties molekulės modelis

H_2SO_3 yra labai nepatvari, vidutinio stiprumo rūgštis.


Bandymas. Sulfitų reakcija su stipriosiomis rūgštimis

Į natrio sulfito tirpalą įpilkite truputį druskos rūgšties tirpalo. Aprašykite bandymą.

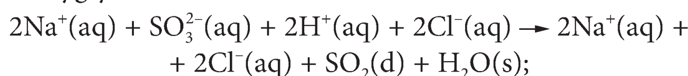


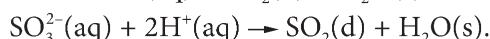

Kokius kitimus pastebėjote stiklinėje?
Kokios naujos medžiagos susidarė?
Kokie cheminės reakcijos požymiai rodė, kad reakcija vyksta?

Bandymo bendrąją reakcijos lygtį galima užrašyti taip:


$$Na_2SO_3(aq) + 2HCl(aq) \rightarrow 2NaCl(aq) + SO_2(d) + H_2O(s).$$

Joninės lygtys:


$$2Na^+(aq) + SO_3^{2-}(aq) + 2H^+(aq) + 2Cl^-(aq) \rightarrow 2Na^+(aq) + 2Cl^-(aq) + SO_2(d) + H_2O(s);$$


$$SO_3^{2-}(aq) + 2H^+(aq) \rightarrow SO_2(d) + H_2O(s).$$


Išnagrinėkite šias jonines reakcijos lygtis ir nustatykite, kokių dalelių būsena keitėsi.
Kokiai reakcijų grupei priklauso ši reakcija (oksidacijos ir redukcijos ar jonų mainų)?


Sulfitus veikiant stipriosiomis rūgštimis, išsiskiria sieros(IV) oksido dujos. Ši reakcija naudojama sulfitams atpažinti.





Sulfitų naudojimas

- Popieriaus pramonėje jie taikomi popieriui balinti.
- Jie reikalingi vyno gamybai (stabdo vyno rūgimą).
- Na_2SO_3 – E 221 ir $NaHSO_3$ – E 222 dėl savo antimikrobinių savybių naudojami kaip džiovintų abrikosų ir kitų džiovintų vaisių konservantai.
- Sulfitai – geri reduktoriai – naudojami tradicinėje fotografijoje.

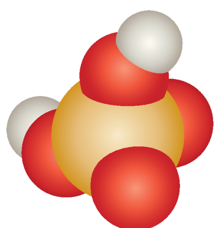
Pasitikrinkite žinias

1. Siera reaguoja su deguonimi. Parašykite šios reakcijos lygtį ir paaiškinkite oksidacijos ir redukcijos procesus.
2. Parašykite sulfito rūgšties jonizacijos reakcijos lygtis ir pavadinkite susidariusius jonus.
3. Pabaikite rašyti šią reakcijos lygtį:

$$K_2SO_3(k) + ... \rightarrow SO_2(d) + ... + ...$$

4. Vykstant reakcijai, kurios lygtis $2SO_2(d) + O_2(d) \rightarrow 2SO_3(d)$, susidarė 19,8 l sieros(VI) oksido. Apskaičiuokite, koks tūris deguonies (n. s.) sureagavo su sieros(IV) oksidu.

3.4. Sieros rūgštis (sulfato rūgštis) H_2SO_4. Sulfatai

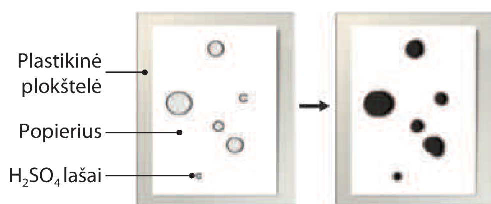

Sieros rūgšties molekulės modelis

Fizikinės savybės

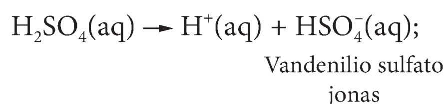
Koncentruota sieros rūgštis yra sunkus (98,3 % jos tirpalo tankis yra 1,841 g/cm^3), klampus, aliejiškas skystis. Labai higroskopiška (gerai sugerianti vandenį) medžiaga, puikiai tirpsta vandenyje, maišoma bet kokiu santykiu.

Sieros rūgščiai tirpstant vandenyje, išsiskiria daug šilumos, todėl skiedžiamą rūgštį reikia pilti į vandenį plona srovele nuolat maišant.

Nuo šios rūgšties anglėja tos organinės medžiagos, kurių sudėtyje yra anglies, vandenilio ir deguonies. Pavyzdžiui, jeigu koncentruotos sieros rūgšties užlašinsite ant popieriaus lapo, jis netrukus pradės juoduoti, t. y. anglėti, jame atsiras skylių.

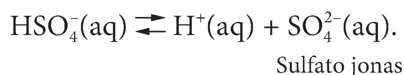


Sieros rūgšties tirpalas yra stiprioji rūgštis, tačiau jonizuojasi pakopomis:



$$H_2SO_4(aq) \rightarrow H^+(aq) + HSO_4^-(aq);$$

Vandenilio sulfato jonas



$$HSO_4^-(aq) \rightleftarrows H^+(aq) + SO_4^{2-}(aq).$$

Sulfato jonas

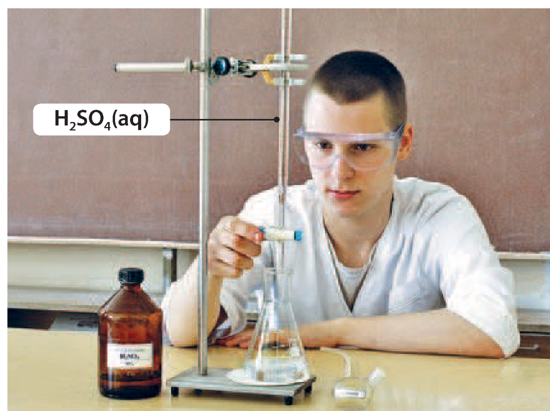
Kokių jonų yra sieros rūgšties tirpale?

Neutralizacijos reakcijos

1 bandymas. Reakcija su šarmu

Į kolbą įpilkite natrio šarmo tirpalo ir įlašinkite kelis lašus fenolftaleino. Tirpalas nusidažys avietine spalva.





Kokie jonai keičia fenolftaleino spalvą?

Į šį tirpalą atsargiai lašinkite sieros rūgšties (1 : 5) tirpalo ir stebėkite, kaip kinta kolboje tirpalo spalva. Lašinkite tol, kol tirpalas pasidarys bespalvis.

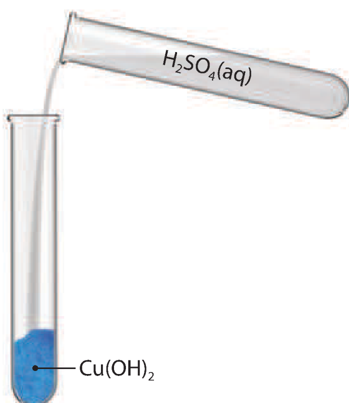
Kokių jonų neliko tirpale?
Parašykite sutrumpintą joninę reakcijos lygtį.

Reaguodama su šarmais, sieros rūgštis sudaro rūgščiąsias (natriovandenilio sulfatas $NaHSO_4$) ir normaliąsias (natrio sulfatas Na_2SO_4) druskas.

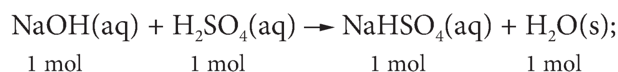
Prisiminkite

Rūgšties ir bazės reakcija, kuriai vykstant susidaro druska ir vanduo, vadinama neutralizacijos reakcija.

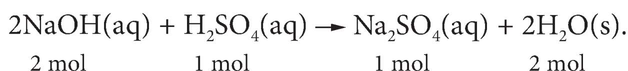




Reikia atkreipti dėmesį į reaguojančiųjų medžiagų kiekių santykį.



$$NaOH(aq) + H_2SO_4(aq) \rightarrow NaHSO_4(aq) + H_2O(s);$$
1 mol 1 mol 1 mol 1 mol



$$2NaOH(aq) + H_2SO_4(aq) \rightarrow Na_2SO_4(aq) + 2H_2O(s).$$
2 mol 1 mol 1 mol 2 mol

Parašykite šių neutralizacijos reakcijų jonines lygtis.
Kokia druska susidarys, jei po truputį į sieros rūgšties tirpalą pilsite natrio šarmo tirpalo?

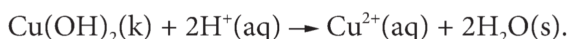
2 bandymas. Reakcija su netirpiomis bazėmis

Užpilkite sieros rūgšties tirpalo ant vario(II) oksido CuO ir vario(II) hidroksido $Cu(OH)_2$ nuosėdų. Stebėkite, kaip tirpsta kietosios medžiagos ir kinta tirpalo spalva.

Sutrumpintos joninės reakcijų lygtys:



$$CuO(k) + 2H^+(aq) \rightarrow Cu^{2+}(aq) + H_2O(s);$$



$$Cu(OH)_2(k) + 2H^+(aq) \rightarrow Cu^{2+}(aq) + 2H_2O(s).$$

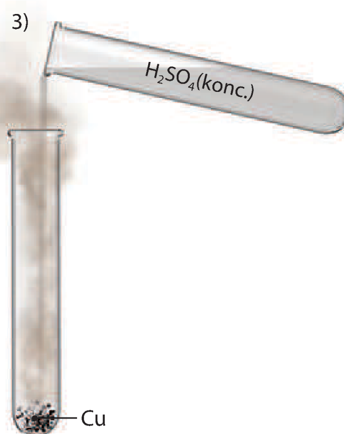
Parašykite jonines ir bendrąsias šių reakcijų lygtis.

Sieros rūgšties sąveika su metalais

3 bandymas. Į du mėgintuvėlius įdėkite šių metalų: į pirmąjį – gabalėlį cinko, į antrąjį – gabalėlį vario. Į abu mėgintuvėlius įpilkite sieros rūgšties tirpalo (1 : 5).







4 bandymas (demonstracinis). Į trečiąjį mėgintuvėlį įdedama vario ir įpilama koncentruotos sieros rūgšties H_2SO_4(konc.).

Kuriuose mėgintuvėliuose vyksta reakcija?
Kokie požymiai rodo, kad cheminė reakcija vyksta?
Su kuriuo metalu reaguoja sieros rūgšties tirpalas?
Palyginkite vario sąveiką su praskiesta ir su koncentruota sieros rūgštimi.

Metalams, kurie aktyvumo eilėje yra prieš vandenilį, reaguojant su sieros rūgšties tirpalu, skiriasi vandenilio dujos ir susidaro druska.

Išimtis – švinas, jo paviršiuje susidaro apsauginė plėvelė iš netirpios druskos, t. y. švino sulfato $PbSO_4$.

Koncentruota sieros rūgštis – stiprus oksidatorius – reaguoja ir su tais metalais, kurie metalų aktyvumo eilėje yra po vandenilio, išskyrus Au ir Pt. Be to, ant geležies Fe (šaltos) ir aliuminio Al susidaro pasyvinančioji (oksidų) plėvelė. Reakcija nutrūksta – vandenilis nesiskiria.

Todėl koncentruota sieros rūgštis laikoma ir gabenama plieninėse cisternose.

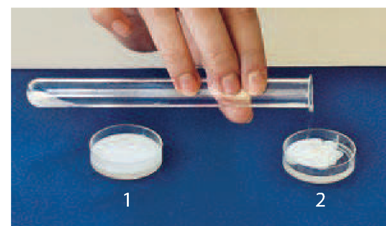
Metalų reakcijos su sieros rūšties tirpalu ir koncentruota sieros rūgštimi

$H_2SO_4(aq)$	$H_2SO_4(konc.)$
$\overset{0}{Zn}(k) + \overset{+1}{H_2}SO_4(aq) \rightarrow \overset{+2}{Zn}SO_4(aq) + \overset{0}{H_2}(d)$ $\overset{0}{Zn} - 2e^- \rightarrow \overset{+2}{Zn}$ Oksidacija $2\overset{+1}{H} + 2 \cdot e^- \rightarrow \overset{0}{H_2}$ Redukcija Oksidatorius yra vandenilio jonai.	$\overset{0}{Cu}(k) + 2H_2\overset{+6}{S}O_4(konc.) \rightarrow \overset{+2}{Cu}SO_4(aq) + \overset{+4}{S}O_2(d) + 2H_2O(s)$ $\overset{0}{Cu} - 2e^- \rightarrow \overset{+2}{Cu}$ Oksidacija $\overset{+6}{S} + 2e^- \rightarrow \overset{+4}{S}$ Redukcija Oksidatorius yra koncentruota sieros rūgštis.

Kaip įrodysite, kad vykstant reakcijai su sieros rūgšties tirpalu susidariusios dujos yra vandenilis, o su koncentruota sieros rūgštimi – sieros(IV) oksidas?
Kokie dėsningumai pastebimi, kai sieros rūgšties tirpalas reaguoja su metalais (atkreipkite dėmesį į metalų aktyvumo eilę)?
Aptarkite su klasės draugais, kodėl pavojinga daryti bandymus su koncentruota sieros rūgštimi.

Jonų mainų reakcijos tirpaluose

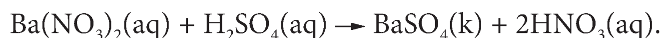
5 bandymas. Į dvi Petri lėkšteles su sieros rūgšties (1) ir su natrio sulfato (2) tirpalais įpilama bario nitrato tirpalo. Stebėkite bandymus ir juos aprašykite.



1) $Ba(NO_3)_2(aq)$ $H_2SO_4(aq)$ 2) $Ba(NO_3)_2(aq)$ $Na_2SO_4(aq)$

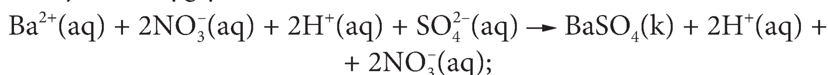
Kokius kitimus pastebėjote pirmoje lėkštelėje?
Kokia medžiaga nusėdo ir kaip ji vadinama?
Kokios spalvos nuosėdos?
Tarp kokių jonų vyko reakcija?

Pirmoje lėkštelėje vyko reakcija, kurios bendroji lygtis

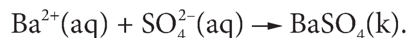


$$Ba(NO_3)_2(aq) + H_2SO_4(aq) \rightarrow BaSO_4(k) + 2HNO_3(aq).$$

Jos joninės lygtys:



$$Ba^{2+}(aq) + 2NO_3^-(aq) + 2H^+(aq) + SO_4^{2-}(aq) \rightarrow BaSO_4(k) + 2H^+(aq) + 2NO_3^-(aq);$$



$$Ba^{2+}(aq) + SO_4^{2-}(aq) \rightarrow BaSO_4(k).$$

Baltos nuosėdos



Parašykite reakcijos, kuri vyko antroje lėkštelėje, lygtį.



Tirpios bario druskos yra reagentai sieros rūgščiai ir jos tirpioms druskoms (sulfatams) atpažinti.
Sulfato jonai $SO_4^{2-}(aq)$ atpažįstami bario jonais $Ba^{2+}(aq)$.



Sieros rūgšties reakcija su silpnųjų rūgščių druskomis



6 bandymas. Užlašinkite sieros rūgšties tirpalo ant kristalinės sodos $Na_2CO_3 \cdot 2H_2O$ ir stebėkite išsiskiriančias dujas.



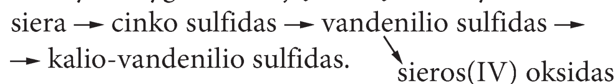
Kokios dujos išsiskiria?
Parašykite reakcijos lygtį.
Kodėl užgeso degtukas?

Pasitikrinkite žinias

1. Parašykite sieros rūgšties tirpalo ir šių medžiagų reakcijų lygtis: a) geležies; b) vario(II) oksido; c) aliuminio hidroksido; d) natrio karbonato.

2. Išrinkite iš medžiagų Na_2SO_4, NaCl, Na_2SO_3, $BaCl_2$, HCl, KNO_3 sąrašo:
a) dvi druskas, kurių tirpalus sumaišius susidaro nuosėdų;
b) dvi medžiagas, kurių tirpalus sumaišius skiriasi dujos.
c) Parašykite jų bendrąsias ir jonines reakcijų lygtis.

3. Parašykite lygtis reakcijų, kurių metu vyksta šie virsmai:



siera → cinko sulfidas → vandenilio sulfidas → → kalio-vandenilio sulfidas.
(vandenilio sulfidas ↘ sieros(IV) oksidas)

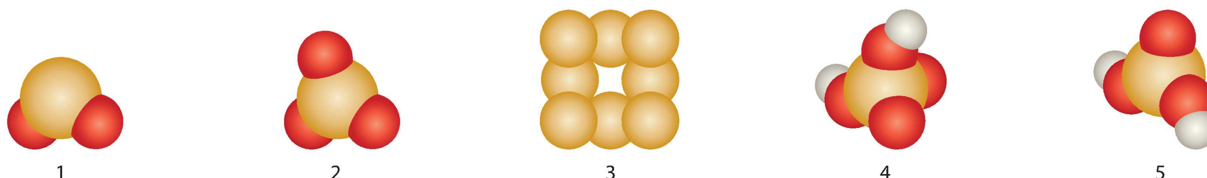
4. Nustatykite sieros oksidacijos laipsnius junginiuose Na_2S, K_2SO_3, SO_3, Na_2SO_4, H_2S.

5. Išrinkite iš nurodytų medžiagų tas, su kuriomis reaguoja sieros rūgšties tirpalas.

A Zn	**B** $Ba(NO_3)_2$	**C** Cu
D $Cu(OH)_2$	**E** CO_2	**F** $NaHCO_3$

Parašykite bendrąsias ir jonines reakcijų lygtis.

6. Nupiešti penki skirtingų molekulių modeliai:



a) Parašykite kiekvienos medžiagos formulę ir pavadinimą.
b) Parašykite lygtis reakcijų, kaip iš vienos medžiagos galima gauti kitą: iš 3 gauti 1; iš 1 gauti 2; iš 2 gauti 4; iš 1 gauti 5.

3.5. Sieros rūgšties gamyba ir naudojimas

Sieros rūgšties gamyba

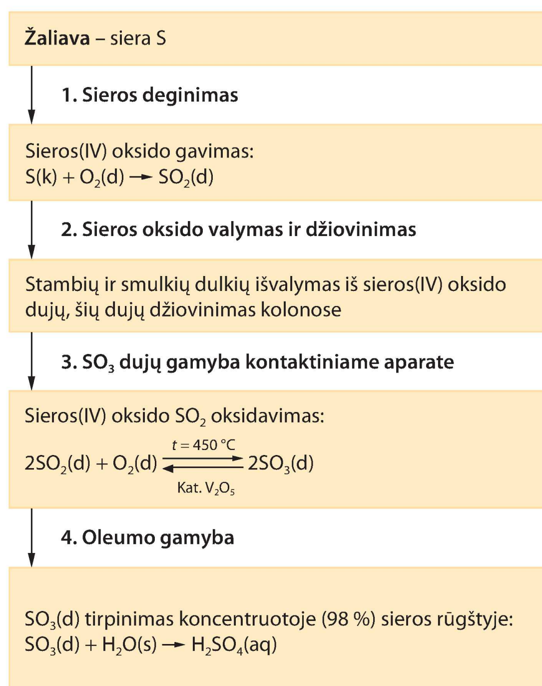
Sieros rūgštis – vienas iš svarbiausių chemijos pramonės produktų. Kartais ji vadinama „chemikų duona“.

Alchemikai gamino sieros rūgštį jau X a. iš geležies(III) sulfato. Ją plačiai naudojo vaistininkai, aukso, sidabro gaminių meistrai.

Sieros rūgšties pramonė išsiplėtojo XVII a. Sieros rūgščiai gauti dažniausiai naudojamos žaliavos – laisva siera ir jos junginiai: metalų sulfidai ir vandenilio sulfidas. Juos deginant susidaro sieros(IV) oksidas SO_2, kurį oksiduojant gaunamas sieros(VI) oksidas.

Sieros rūgšties gamybos technologinė schema*

*Technologija – procesų ir įrenginių, reikalingų tam tikrai produkcijai gauti, nuosekli visuma.

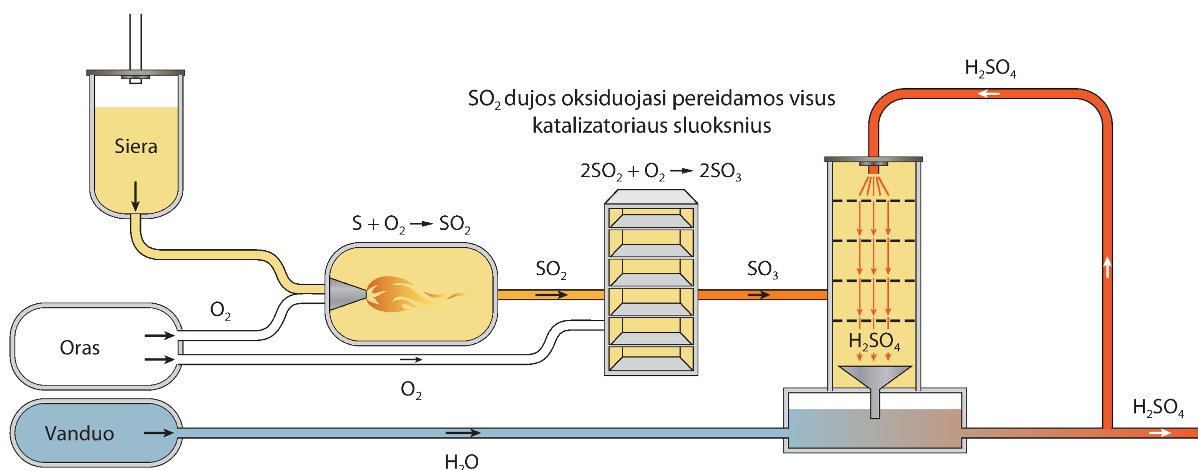


Siera deginama krosnyje leidžiant oro ir deguonies mišinį.

Išvalytas sieros(IV) oksidas patenka į kontaktinį aparatą.

Susidarant SO_3, išsiskiria daug šilumos. Ji sunaudojama naujoms SO_2 ir O_2 dujų porcijoms šildyti. Ši reakcija yra grįžtamoji, tik dalis SO_2 virsta SO_3(d), todėl labai svarbu, kad SO_2 nepatektų į aplinką.

Tirpdamas SO_3 reaguoja su rūgštyje esančiu vandeniu (2 %), o diduma SO_3 susijungia su sieros rūgštimi ($H_2SO_4 \cdot nSO_3$). Gaunamas produktas, kuris vadinamas **olèumu** (lot. *oleum* – aliejus), arba rūkstančia sieros rūgštimi. Oleume yra ištirpusio SO_3 (18,5–20 %). Kitaip šį produktą galima vadinti daugiau negu 100 % H_2SO_4.



Sieros rūgšties gamybos schema

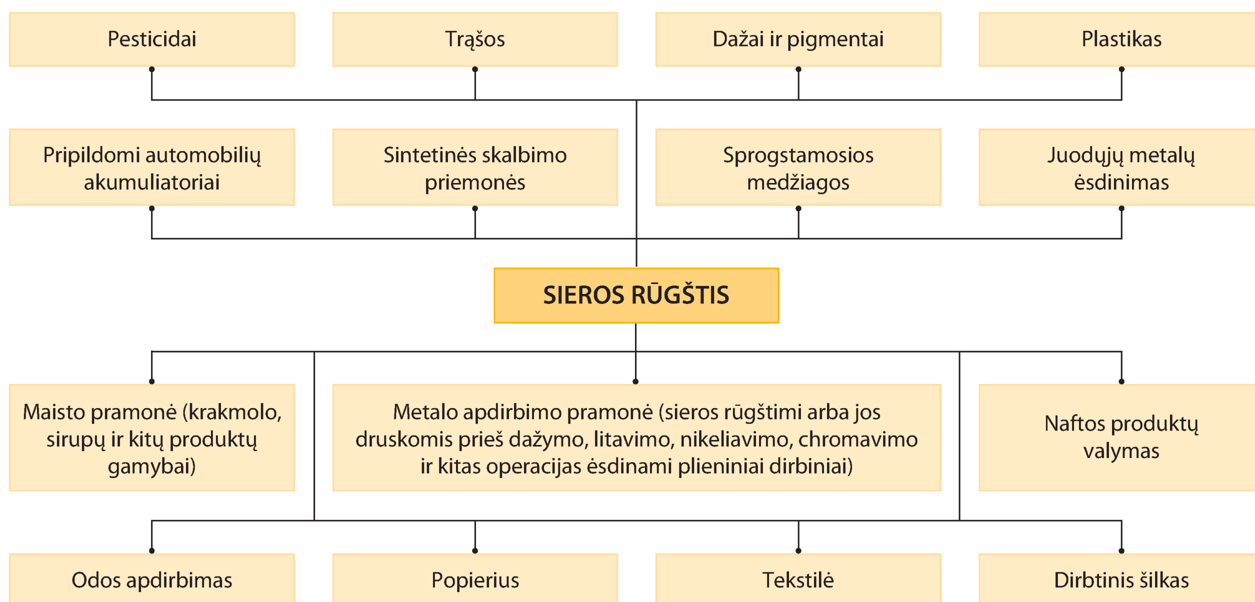
Olèumas – koncentruota sieros rūgštis, turinti sieros trioksido SO_3 perteklių. Tai – aliejaus tirštumo, rūkstantis ore skystis.

Praskiedus oleumą vandeniu, galima pagaminti reikiamos koncentracijos sieros rūgšties.

Lietuvojè sieros rūgštis gaminama Kėdáiniuose, akcinėje bendrovėje „Lifosa“. Čia gaminama techninė, pramoninė ir akumuliatorinė sieros rūgštis, be to, elektrolitas rūgštiniams akumuliatoriams. Techninė sieros rūgštis toliau naudojama fosforo rūgšties, mineralinių trąšų gamybai.

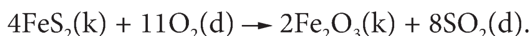
Sieros rūgšties naudojimas

Dėl aktyvumo ir gana pigios gamybos sieros rūgštis plačiai pritaikoma. Sunku rasti pramonės šaką, kurioje ji arba jos junginiai nebūtų vienaip ar kitaip naudojami.



Pasitikrinkite žinias

1. Kur Lietuvojè gaminama sieros rūgštis?
2. Kokios žaliavos reikalingos sieros rūgščiai gaminti?
3. Nubraižykite schemą, vaizduojančią sieros rūgšties gamybos pakopas. Parašykite reakcijų lygtis.
4. Koks katalizatorius naudojamas SO_2 oksiduoti į SO_3? Kam jis reikalingas?
5. Parašykite lygtis reakcijų, kurioms vykstant galimi šie virsmai:
   vandenilio sulfidas → sieros(IV) oksidas →
   → sieros(VI) oksidas → sulfato rūgštis.
6. Sieros(IV) oksidas gaunamas, deginant piritą FeS_2 pagal šią reakcijos lygtį:

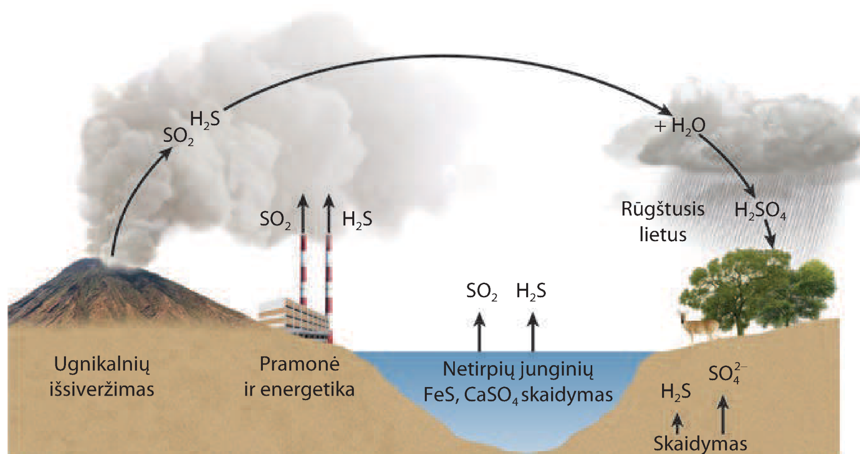


$$4FeS_2(k) + 11O_2(d) \rightarrow 2Fe_2O_3(k) + 8SO_2(d).$$

Apskaičiuokite:
a) kokį tūrį sieros(IV) oksido (n. s.) galima gauti, sudeginus 1,4 kg pirito rūdos, kurioje yra 12 % priemaišų;
b) kiek žaliavų, kuriose yra 85 % pirito, reikia 120 m^3 sieros(IV) oksido (n. s.) gauti.

3.6. Sieros apytakos ciklas

Manoma, kad pirmieji Žemės gyventojai – mikroorganizmai – kaip energijos ir augimo šaltinį naudojo sierą. Sieros pagrindu gyvuojančių bakterijų randama ir šiais laikais hidroterminėse olose ir karštosiose versmėse. Siera būtina augalų fotosintezei, kvėpavimui, azoto ir anglies apykaitai, chlorofilo gamybai, vitaminų ir fermentų susidarymui. Ji padeda augalams pasisavinti maisto medžiagas ir dalyvauja dirvožemio biologiniuose, cheminiuose procesuose.



1. Svarbiausi gamtiniai sieros šaltiniai yra ugnikalnių išsiveržimai.

2. Deginant biologinės kilmės medžiagas ir perdirbant mineralų rūdas, susidaro sieros dioksidas (SO_2). Kasmet nuo 50 iki 60 mln. tonų

SO_2 patenka į atmosferą. Normaliosiomis sąlygomis atmosferoje SO_2 yra mažai.

3. Gyvybiškai svarbus sieros šaltinis yra sulfato jonai (SO_4^{2-}), kuriuos sugeria augalų šaknys. Gyvuosiuose organizmuose sulfatai redukuojami ir įeina į baltymų sudėtį.

Negyviesiems organizmams pūvant, siera vėl grįžta į apytakos ciklą, nes bakterijos suskaido sulfatus iki sieros arba sulfidų, tarp kitų ir vandenilio sulfido (H_2S). Todėl vandens ekosistemų gelmėse yra susikaupę daug gyvybei nepalankaus H_2S (pvz., Juodõjoje jū́roje 200 m gylyje ir giliau). Vandenilio sulfido yra ne tik jūrų ir vandenynų gelmėse, bet ir stovinčiuose vandenyse, dumble, kuriame nusėda daug sulfatų turintys teršalai.

Sieros dioksidas SO_2 ir sieros trioksidas SO_3 tiesiogiai ar rūgščių pavidalu neigiamai veikia augaliją ir vandens šaltinius.



Rūgščiojo lietaus pažeista augalija

Rūgštùsis lietùs – tai užterštõs atmosfèros „nuotekos“, žalingos aplinkai.

3 praktikos darbas. Eksperimentinės užduotys

1. Įvykdykite reakcijas, kurios patvirtintų kokybinę sieros rūgšties sudėtį.

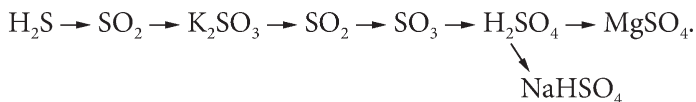
2. Mėgintuvėliuose yra trijų medžiagų: natrio sulfato, natrio chlorido ir sieros rūgšties, tirpalų. Bandymais nustatykite, kuriame mėgintuvėlyje – kuris tirpalas.

Pasitikrinkite žinias

1. Nurodykite 3–4 sieros rūgšties savybes, dėl kurių ji užima tokią svarbią vietą pramonėje.

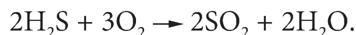
2. Kodėl koncentruotą sieros rūgštį galima naudoti dujoms džiovinti?

3. Parašykite lygtis reakcijų, kurioms vykstant galimi šie virsmai:



$$H_2S \rightarrow SO_2 \rightarrow K_2SO_3 \rightarrow SO_2 \rightarrow SO_3 \rightarrow H_2SO_4 \rightarrow MgSO_4.$$
$$H_2SO_4 \searrow NaHSO_4$$

4. Degant vandenilio sulfidui, vyksta tokia reakcija:



$$2H_2S + 3O_2 \rightarrow 2SO_2 + 2H_2O.$$

Apskaičiuokite oro tūrį (n. s.), kurio reikės 10 m^3 vandenilio sulfido sudeginti.

5. Apskaičiuokite, kokį tūrį vandenilio (n. s.) galima gauti, veikiant sieros rūgšties pertekliumi 1,26 g magnio, kuriame yra 5 % magnio oksido priemaišų.

6. 13 g cinko užpilta tirpalu, kuriame yra 14,7 g sieros rūgšties. Reakcijos lygtis:



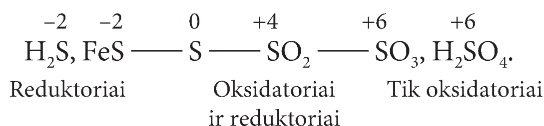
$$Zn(k) + H_2SO_4(aq) \rightarrow ZnSO_4(aq) + H_2(d).$$

Apskaičiuokite išsiskyrusio vandenilio (n. s.) tūrį. Kurios medžiagos yra perteklius (žr. p. 216)?

7. Namų užduotis. Parenkite projektą „Rūgščiųjų lietų poveikis gamtai“. Kokios rūgštys susidaro lyjant lietui, kai ore yra susikaupusių sieros oksidų, vandenilio sulfido, išsiveržus ugnikalniui? Informacijos rasite interneto svetainėse, enciklopedijose, žinynuose.

Apibendrinimas

- Elemento gebėjimas sudaryti kelias skirtingos molekulinės sandaros vienines medžiagas vadinamas alotropija, o tos vieninės medžiagos – alotropinėmis atmainomis. Alotropinės atmainos skiriasi molekulių sudėtimi, fizikinėmis ir cheminėmis savybėmis.
- Deguonies atomai (laisvieji radikalai) chemiškai daug aktyvesni už deguonies molekulę, dėl to ozonas yra stipresnis oksidatorius negu deguonis.
- Metalams, kurie aktyvumo eilėje yra prieš vandenilį, reaguojant su sieros rūgšties tirpalu, skiriasi vandenilio dujos ir susidaro druska. Išimtis – švinas, jo paviršiuje susidaro apsauginė plėvelė iš netirpios druskos, t. y. švino sulfato $PbSO_4$.
- Koncentruota sieros rūgštis – stiprus oksidatorius. Ji reaguoja ir su tais metalais, kurie metalų aktyvumo eilėje yra po vandenilio, išskyrus Au ir Pt. Tačiau šiose reakcijose nesiskiria vandenilis.
- Oksidacinės ir redukcinės sieros junginių savybės priklauso nuo oksidacijos laipsnio:



- Sulfitus veikiant stipriosiomis rūgštimis, išsiskiria sieros(IV) oksido dujos. Ši reakcija naudojama sulfitams atpažinti.
- Tirpios bario druskos yra reagentai sieros rūgščiai ir jos tirpioms druskoms (sulfatams) atpažinti. Sulfato jonai SO_4^{2-}(aq) atpažįstami bario jonais Ba^{2+}(aq).
- Oleumas – koncentruota sieros rūgštis, turinti sieros trioksido SO_3 perteklių. Tai – aliejaus tirštumo, rūkstantis ore skystis.



4 skyrius

Azotas ir fosforas

Šiame skyriuje

sužinosite,

- kokia yra azoto ir jo junginių sandara;
- kodėl azoto dujos inertiškos;
- kokių bendrų ir skirtingų savybių turi azotas ir fosforas;
- kas lemia azoto junginių chemines savybes;
- kaip pramonėje gaunamas amoniakas ir azoto rūgštis;
- kokios trąšos gaminamos Lietuvojè;
- kokios gamtinės žaliavos naudojamos trąšų gamybai;
- kokie cheminiai procesai vyksta atmosferoje;
- kokį poveikį azoto oksidai daro aplinkai.

Išmoksite

- taikyti jau žinomus dėsningumus azoto junginių savybėms apibūdinti;
- lyginti atomų sandarą, fizikines bei chemines savybes;
- vertinti azoto, fosforo ir jų junginių reikšmę kasdieniame gyvenime, jų naudojimo įtaką žmogui ir gamtai;
- bendrais bruožais apibūdinti chemijos technologijų pranašumus ir trūkumus;
- tirti chemines medžiagas, atpažinti jonus, rašyti vykstančių reakcijų bendrąsias ir jonines lygtis;
- apibūdinti reakcijos produkto išeigos sąvoką, apskaičiuoti reakcijos produkto išeigą;
- apskaičiuoti reakcijos produkto kiekį arba masę, kai vienos pradinės medžiagos yra perteklius;
- apskaičiuoti azoto ir fosforo (skaičiuojant P_2O_5) masės dalį trąšose, lyginti jų vertę.

Prisiminsite

- nemetalų charakteristiką pagal padėtį periodinėje cheminių elementų lentelėje;
- nemetalų atomų sandarą;
- cheminius ryšius;
- oksidacijos ir redukcijos reakcijas;
- kokios medžiagos yra rūgštys, o kokios – bazės, joms būdingas savybes.

4.1. Azotas

Azotas ir fosforas yra VA grupės elementai.

Azoto ir fosforo atomų sandaros palyginimas

Elementas	Branduolio krūvis	Elektroninė sandara	Elektrinis neigiamumas	Oksidacijos laipsnis	
				Neigiamasis	Teigiamasis
Azotas N Fosforas P	+7 +15	2, 5 2, 8, 5	3,0 2,1	−3 −3	+1, +2, +3, +4, +5 +3, +5

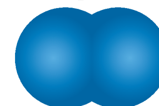
Kiek elektronų yra šios grupės elementų atomų išoriniame sluoksnyje?
Kuo pagal atomo sudėtį panašūs azotas ir fosforas, kuo jie skiriasi?
Kaip kinta šių elementų elektrinis neigiamumas ir nuo ko tai priklauso?

Normalios temperatūros sąlygomis azotas yra bespalvės, bekvapės ir beskonės dujos, blogai tirpstančios vandenyje. Jų tankis 1,251 g/cm^3.

Azoto atomo taškinė formulė:



Azoto (diazoto) N_2 molekulės modelis:



Struktūrinė formulė:



Taškinė elektroninė formulė (pagal Luisą):



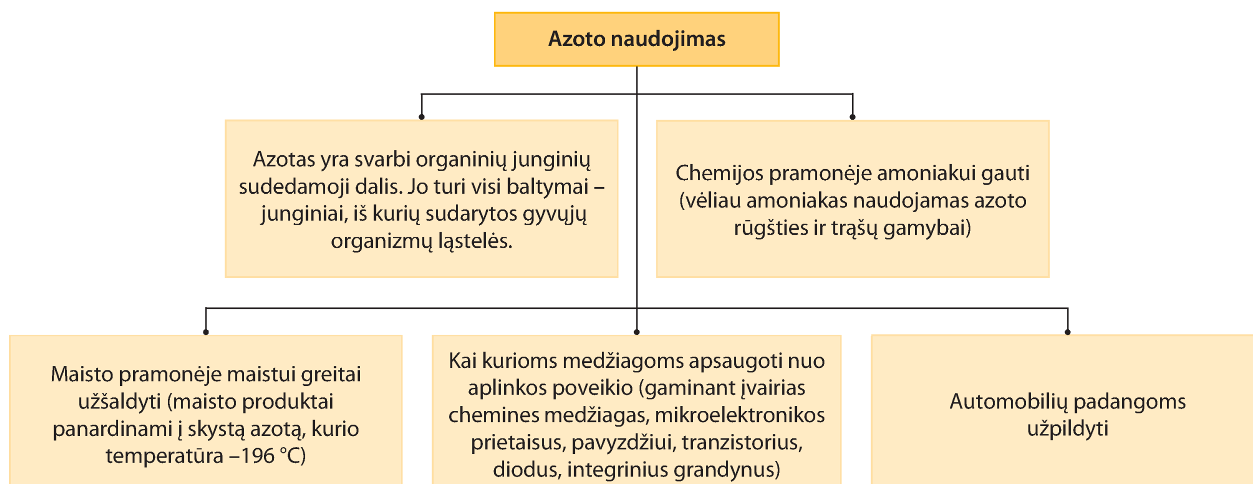
Kiek valentinių elektronų yra azoto atome?
Koks gali būti azoto neigiamasis oksidacijos laipsnis?
Koks gali būti azoto aukščiausias teigiamasis oksidacijos laipsnis?

Du atomus azoto molekulėje sieja stiprus trigubasis kovalentinis nepolinis ryšys. Į bendrą dviejų azoto branduolių traukos zoną patenka net šeši elektronai – trys bendrosios elektronų poros. Ryšiams nutraukti reikia didelės energijos, todėl žemoje temperatūroje azotas labai inertiškas, 3000 °C temperatūroje į atomus suskyla vos 0,1 % azoto molekulių. Su deguonimi azotas jungiasi, esant tik labai aukštai temperatūrai.

Azoto cheminės savybės

Cheminė savybė	Reakcijos lygtis	Pastabos
Sąveika su deguonimi	$N_2(d) + O_2(d) \xrightarrow{t > 1200\ °C} 2NO(d)$	Tokia reakcija vyksta perkūnijos metu, vidaus degimo varikliuose ir šiluminėse elektrinėse.
Sąveika su metalais	$6Li(k) + N_2(d) \rightarrow 2Li_3N(k)$	Kambario temperatūros sąlygomis reaguoja tik su ličiu, o kaitinamas – ir su kitais aktyviais metalais, susidaro nitridai. Nitriduose azoto yra jono N^{3-} pavidalu.
Sąveika su vandeniliu	$N_2(d) + 3H_2(d) \xrightleftharpoons{Kat.,\ t} 2NH_3(d)$	Susidaro amoniakas NH_3. Ši reakcija yra grįžtamoji.

Koks yra azoto oksidacijos laipsnis amoniake NH_3, jei vandenilio oksidacijos laipsnis +1?
Kuriose lentelėje pateiktose reakcijose azotas yra oksidatorius, kurioje – reduktorius?

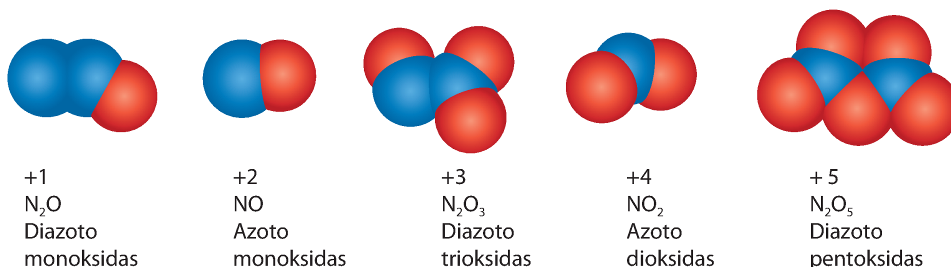


Pasitikrinkite žinias

1. Azotas priskiriamas periodinės cheminių elementų lentelės VA grupei, jo atominis skaičius 7.
a) Parašykite azoto molekulinę formulę.
b) Koks ryšys yra tarp dviejų azoto molekulės atomų?
c) Kiek elektronų yra išoriniame azoto atomo elektronų sluoksnyje?
d) Kiek elektronų trūksta kiekvienam azoto atomui, kad būtų užpildytas išorinis elektronų sluoksnis?
e) Keliais elektronais azoto molekulėje kiekvienas azoto atomas dalijasi su kitu, kad užpildytų išorinį elektronų sluoksnį?
f) Cheminis ryšys azoto molekulėje vadinamas trigubuoju. Paaiškinkite, ką tai reiškia.
2. Apskaičiuokite, kokį tūrį (n. s.) užima 0,25 mol azoto molekulių.
3. Kaitinamas azotas reaguoja su natriu.
a) Parašykite reakcijos lygtį ir nustatykite azoto oksidacijos laipsnį.
b) Koks cheminis ryšys sieja atomus natrio nitride?
c) Paaiškinkite oksidacijos ir redukcijos procesus šioje reakcijoje.

4.2. Azoto oksidai

Azotas sudaro keletą oksidų, kuriuose jo oksidacijos laipsnis kinta nuo +1 iki +5. Norint nurodyti įvairius azoto ir deguonies junginius (oksidus), vartojamas bendras azoto oksido žymuo NO_x.



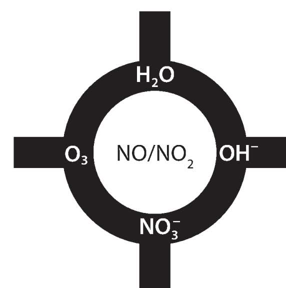
+1 N_2O Diazoto monoksidas; +2 NO Azoto monoksidas; +3 N_2O_3 Diazoto trioksidas; +4 NO_2 Azoto dioksidas; +5 N_2O_5 Diazoto pentoksidas

Azoto oksidų apibūdinimas

Oksido pavadinimas pagal azoto oksidacijos laipsnį	Azoto oksidacijos laipsnis	Pastabos
Azoto(I) oksidas N_2O	+1	Turi skausmą slopinančių savybių ir vadinamas linksminančiosiomis dujomis.
Azoto(II) oksidas NO	+2	Dujos nereaguoja nei su vandeniu, nei su šarmų tirpalais, nesudaro druskų.
Azoto(III) oksidas N_2O_3	+3	Dujos nepatvarios, kaitinamos skyla: $N_2O_3(d) \rightarrow NO(d) + NO_2(d)$.
Azoto(IV) oksidas NO_2	+4	Nuodingos dujos. Iš jų gaminama azoto rūgštis.
Azoto(V) oksidas N_2O_5	+5	Kieta kristalinė medžiaga, gerai tirpsta vandenyje sudarydama azoto rūgštį. Junginys yra nestabilus ir gali sprogti, todėl rūgšties gamybai nenaudojamas.

Cheminei reakcijai tarp azoto ir deguonies vykti reikia labai aukštos temperatūros ar kitokių galingų energijos šaltinių. Gamtoje tokios sąlygos susidaro žaibuojant. Žaibui įkaitinus orą, jame susidaro azoto oksidai NO ir NO_2. Šie oksidai vaidina svarbų vaidmenį, atmosferoje vykstant įvairioms sudėtingoms cheminėms reakcijoms.





Dalelės, su kuriomis atmosferoje daugiausia reaguoja azoto oksidai

Azoto oksidais aplinką labiausiai teršia vidaus degimo varikliai, termofikacinės elektrinės ir pramonės įmonės, deginančios azoto turintį kurą. Jam degant, azotas oksiduojasi ir oksidai išmetami į orą.

? *Kodėl azoto oksidai NO_x yra vieni iš pagrindinių atmosferos oro teršalų?*

Augalai negali pasisavinti laisvo azoto tiesiai iš oro. Jie jį pasiima iš dirvožemyje esančių nitrato NO_3^- jonų, kurie susidaro pūvant organinėms medžiagoms (baltymams). Dirvožemyje gyvenančios bakterijos paverčia laisvą azotą pasisavinamais nitrato jonais. Kai kurios bakterijos geba laisvą azotą išskirti iš baltymų. Taigi gamtoje vyksta priešin-

gi procesai: iš dirvožemio siurbiami azoto junginiai ir dirvožemis vėl pasipildo azotu bei jo junginiais. Kitas nitratų šaltinis – azoto rūgštis, iškritusi su lietaus vandeniu. Toks rūgštus lietaus vanduo patenka į vandenynus ir dirvožemį (žr. azoto apytakos ratą p. 15).


Kokiems procesams vykstant dirvožemis pasipildo azotu?

Pasitikrinkite žinias

1. Apskaičiuokite, kokį tūrį (n. s.) užima 0,75 mol azoto(IV) oksido ir kiek jame yra molekulių.
2. Koks cheminis ryšys sieja du nemetalų atomus azoto oksiduose?
3. Kokie oksidacijos laipsniai būdingi azotui įvairiuose junginiuose? Pateikite pavyzdžių.
4. Atmosferoje vyksta šios oksidacijos ir redukcijos reakcijos:

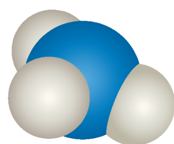
$$N_2(d) + O_2(d) \rightarrow ...$$
$$NO(d) + O_2(d) \rightleftarrows ...$$
$$NO_2(d) + O_2(d) + H_2O \rightarrow ...$$

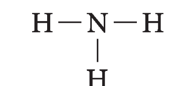
a) Pabaikite rašyti jų lygtis ir jas išlyginkite.
b) Įvardykite visas reakcijose dalyvaujančias medžiagas.
c) Paaiškinkite oksidacijos ir redukcijos procesus.
5. Kokių medžiagų yra užterštame miestų ore ir kuo jos žalingos?

4.3. Amoniakas NH_3. Amoniako bazinės savybės

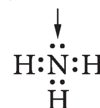
Amoniakas yra aštraus kvapo, sprogios, degios ir toksiškos dujos. Jos skystėja esant –33,4 °C temperatūrai. Skystas amoniakas saugomas ir gabenamas metalinėse cisternose.

Atomus amoniako molekulėje sieja kovalentinis polinis ryšys. Azoto atomas turi vieną elektronų porą, nesudariusią kovalentinio ryšio su vandenilio atomais.


Amoniako molekulės modelis



Struktūrinė formulė

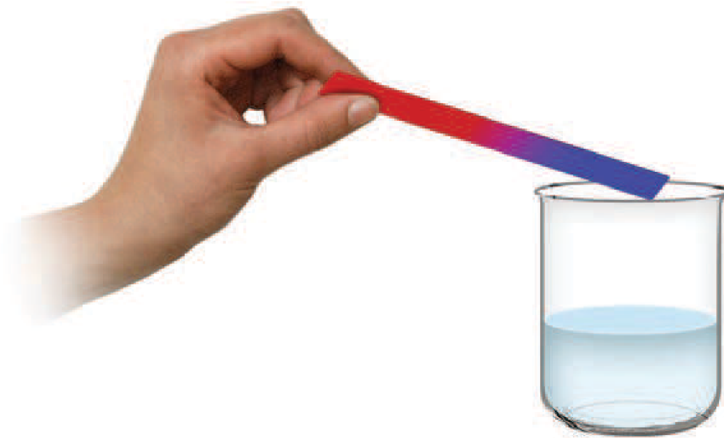


Taškinė elektroninė formulė

Kovalentinio ryšio nesudariusi išorinio sluoksnio (valentinių) elektronų pora vadinama **laisvàja elektrònų porà**.


Kiek bendrų elektronų porų amoniako molekulėje sudaro vienas azoto atomas; vienas vandenilio atomas?
Ką rodo amoniako struktūrinė formulė?

1 bandymas. Virš indo su amoniako tirpalu palaikykite sudrėkintą raudoną lakmuso popierėlį. Netrukus arčiau amoniako esantis jo galas pamėlynuoja.



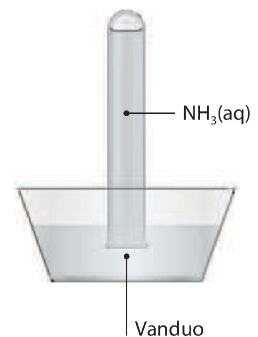
Prisiminkite

Bazėmis vadinamos medžiagos, kurių sudėtyje yra hidroksido jonų $OH^-(aq)$ (pvz., natrio hidroksidas $NaOH$) arba kurių vandeniniuose tirpaluose susidaro $OH^-(aq)$ jonai (pvz., amoniakas NH_3).

Kokios spalvos yra amoniako dujos?
Kaip manote, ar amoniako dujos yra sunkesnės, ar lengvesnės už orą?
Kokią amoniako savybę atskleidžia šis bandymas?

Drėgnu indikatoriaus popierėliu galima atpažinti amoniako dujas.

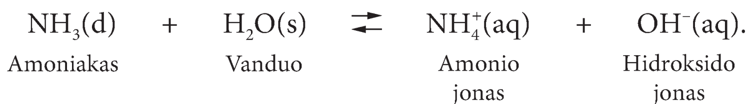
2 bandymas. Užkimštą mėgintuvėlį su amoniako dujomis panardinkite dugnu aukštyn į indą su vandeniu. Po vandeniu mėgintuvėlį atkimškite.



Stebėkite, kas atsitinka vandenyje teliūskuojant mėgintuvėlį su amoniaku.
Kodėl vanduo, įmerkus į jį mėgintuvėlį su amoniaku, kyla aukštyn?

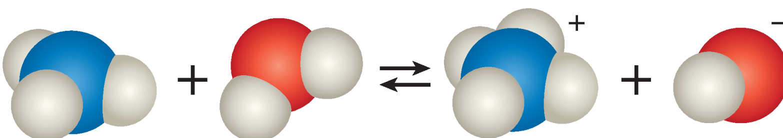
Kai vanduo nustoja kilti, mėgintuvėlį vandenyje vėl užkimškite ir ištraukite iš indo.

Amoniakas gerai tirpsta vandenyje, tačiau, susidarant hidroksido OH^- ir amonio NH_4^+ jonams, su vandeniu reaguoja tik nedidelė amoniako molekulių dalis. Jonai jungiasi tarpusavyje ir iš tirpalo išsiskiria amoniako dujos. Ši reakcija yra grįžtamoji:



$$NH_3(d) + H_2O(s) \rightleftarrows NH_4^+(aq) + OH^-(aq).$$

Amoniakas — Vanduo — Amonio jonas — Hidroksido jonas

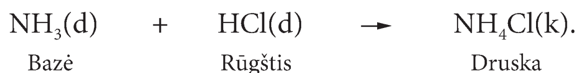


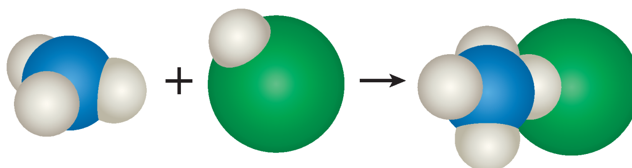
Kokią išvadą galite padaryti, remdamiesi šiuo bandymu, apie amoniako tirpumą vandenyje?
Kokia spalva amoniako tirpale nusidažys šie indikatoriai: fenolftaleinas ir violetinis arba raudonas lakmusas?
Kokie jonai pakeičia indikatorių spalvą?
Kokią amoniako dujų savybę tai atskleidžia?
Amoniako tirpalas yra silpnoji bazė. Paaiškinkite kodėl.

Amoniakas gerai reaguoja su rūgštimis. Tai puikiai iliustruoja vandenilio chlorido HCl(d) reakcija su amoniako NH_3 dujomis.

3 bandymas. Priartinkite vieną prie kito du angliukus, kurių vienas prisigėręs vandenilio chlorido dujų, o kitas – amoniako. Pasirodys balti dūmai.

Iš vandeninio amoniako tirpalo garuoja NH_3 molekulės, o iš druskos rūgšties tirpalo – vandenilio chlorido HCl molekulės. Abiejų rūšių molekulės sklinda oru ir susitikusios reaguoja tarpusavyje. Susidaro balti dūmai – smulkūs kieto amonio chlorido NH_4Cl kristalėliai:





Kaip vadinamos reakcijos tarp bazės ir rūgšties?

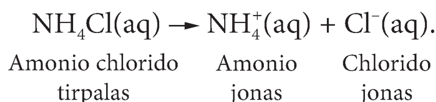
Amoniakas yra bazinių savybių turinčios dujos.

Įsiminkite sąvoką

- Laisvóji elektrònų porà

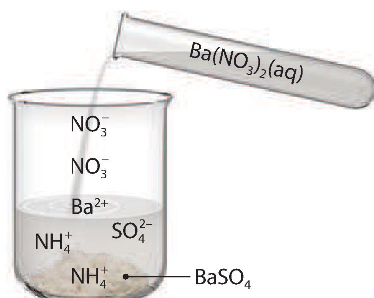
4.4. Amonio druskos

Visos amonio druskos – kietosios kristalinės medžiagos, sudarytos iš jonų. Jos gerai tirpsta vandenyje ir yra stiprūs elektrolitai, t. y. vandeniniame tirpale suskyla (disocijuoja) į jonus:

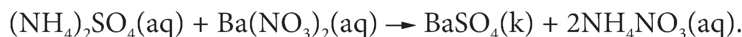


Tarp amonio druskų ir kitų tirpių druskų tirpaluose vyksta jonų mainų reakcijos.

1 bandymas. Į amonio sulfato tirpalą įpilkite bario nitrato tirpalo. Susidaro dvi naujos druskos. Viena iš jų yra netirpi ir išsiskiria baltomis nuosėdomis.

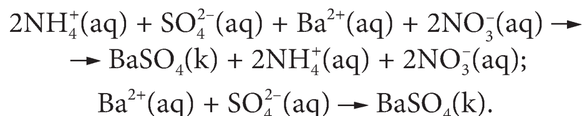


Bendroji reakcijos lygtis:



$$(NH_4)_2SO_4(aq) + Ba(NO_3)_2(aq) \rightarrow BaSO_4(k) + 2NH_4NO_3(aq).$$

Joninės reakcijos lygtys:



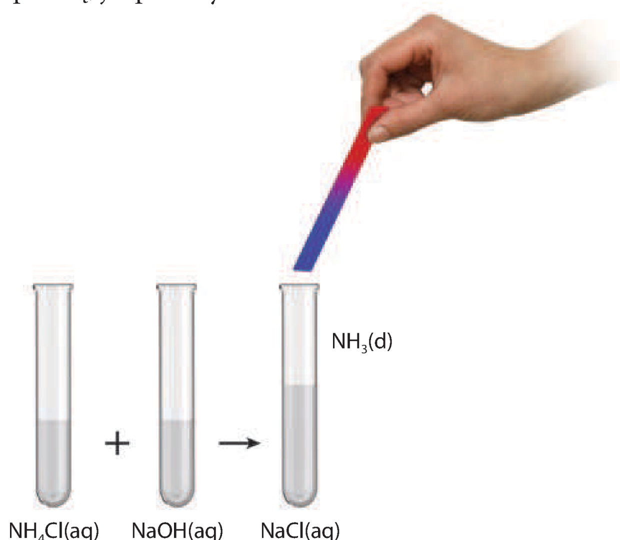
$$2NH_4^+(aq) + SO_4^{2-}(aq) + Ba^{2+}(aq) + 2NO_3^-(aq) \rightarrow$$
$$\rightarrow BaSO_4(k) + 2NH_4^+(aq) + 2NO_3^-(aq);$$
$$Ba^{2+}(aq) + SO_4^{2-}(aq) \rightarrow BaSO_4(k).$$

Kokius kitimus pastebėjote stiklinėje?
Kokios naujos medžiagos susidarė?
Kuri druska nusėdo?

Su šarmais amonio druskos reaguoja kitaip negu kitos druskos.

2 bandymas. Amonio druskų reakcija su šarmais

Į mėgintuvėlį su amonio chlorido tirpalu įpilkite natrio šarmo tirpalo ir truputį pakaitinkite. Susidarys nauja druska, amoniakas ir vanduo. Jeigu virš mėgintuvėlio angos palaikysite vandenyje sudrėkintą raudono lakmuso popierėlį, jis pamėlynuos.

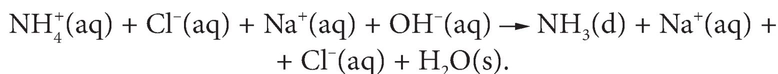


Bendroji reakcijos lygtis:



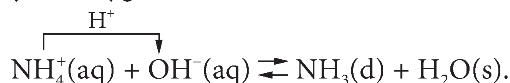
$$NH_4Cl(aq) + NaOH(aq) \rightarrow NH_3(d) + NaCl(aq) + H_2O(s).$$

Joninė reakcijos lygtis:



$$NH_4^+(aq) + Cl^-(aq) + Na^+(aq) + OH^-(aq) \rightarrow NH_3(d) + Na^+(aq) +$$
$$+ Cl^-(aq) + H_2O(s).$$

Sutrumpinta joninė lygtis:



$$NH_4^+(aq) + OH^-(aq) \rightleftarrows NH_3(d) + H_2O(s).$$

(H^+ pereina nuo NH_4^+ prie OH^-)

Iš kvapo arba lakmuso popierėlio pamėlynavimo nustatoma, kad išsiskiria amoniakas.

Kodėl vandenyje sudrėkintas raudono lakmuso popierėlis pamėlynuoja?
Kokia reakcija vyksta ant sudrėkinto lakmuso popierėlio?

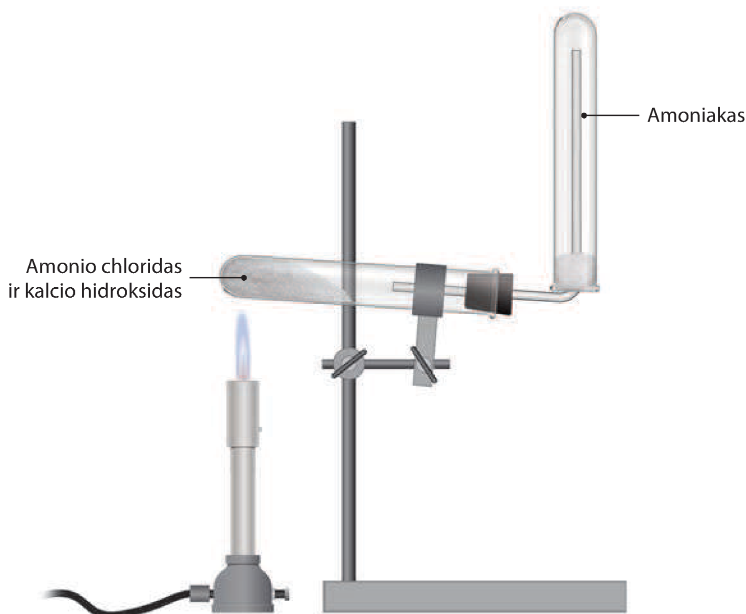
Amonio druskų ir šarmų reakcija, kurios metu išskiria amoniakas, yra amonio jonų NH_4^+ atpažinimo reakcija.

3 bandymas. Amoniako gavimas laboratorijoje

Laboratorijoje amoniakas gaunamas, kaitinant amonio druskų ir šarmų mišinį. Dažniausiai naudojamas amonio chlorido ir gesintų kalkių $Ca(OH)_2$ (perteklius) mišinys. Kietosios medžiagos sumaišomos, supilamos į kolbą arba mėgintuvėlį ir kaitinamos. Vyksta reakcija



$$2NH_4Cl(k) + Ca(OH)_2(k) \rightarrow 2NH_3(d) + CaCl_2(aq) + 2H_2O(s).$$



Kaip rinksite amoniako dujas? Paaiškinkite, kodėl būtent taip.
Kaip įrodysite, kad surinktos dujos yra amoniakas?

Pasitikrinkite žinias

1. Parašykite amoniako molekulinę formulę.
a) Nurodykite azoto oksidacijos laipsnį amoniako molekulėje.
b) Parašykite šios molekulės taškinę elektroninę formulę.
c) Koks ryšys sieja atomus amoniako molekulėje?
d) Parašykite amoniako NH_3 molekulės struktūrinę formulę.

2. Parašykite amoniako tirpimo vandenyje reakcijos lygtį. Kodėl vandeninis amoniako tirpalas yra silpnoji bazė?

3. Parašykite bendrąsias ir jonines neutralizacijos reakcijos tarp šių medžiagų lygtis:
a) amoniako ir druskos rūgšties HCl;
b) amoniako ir sieros rūgšties H_2SO_4.

4. Parašykite lygtis cheminių reakcijų, kurioms vykstant galimi šie virsmai:



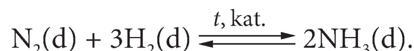
$$N_2 \rightarrow NH_3 \rightarrow NH_4Cl \rightarrow NH_3.$$

4.5. Amoniako sintezė pramonėje

Kas yra cheminė sintezė?

Azotas yra plačiai paplitęs, tačiau labai inertiškas, jo junginius gauti sunku, o jų reikia trąšoms ir sprogmenims gaminti.

Amoniakas gaunamas, azotui reaguojant su vandeniliu:



$$N_2(d) + 3H_2(d) \xrightleftharpoons{t,\ \text{kat.}} 2NH_3(d).$$

Amoniako sintezės reakcija yra grįžtamoji. Po tam tikro laiko nuo reakcijos pradžios nusistovi pusiausvyra – likusių reagentų ir reakcijos produkto koncentracija nebekinta, t. y. kiek amoniako susidaro, tiek pat ir suskyla. Gaminant amoniaką, stengiamasi palaikyti tokias technologines sąlygas, kad daugiau amoniako susidarytų negu suskiltų.

Amoniako sintezės reakcija vykdoma aukštos temperatūros (350–500 °C) ir didelio slėgio (150 – 300 atm) sąlygomis, panaudojant katalizatorių – akytą geležį, turinčią kalio ir aliuminio oksidų priedų.

Netgi parinkus tinkamas sąlygas, reakcijos produkto (šiuo atveju – amoniako NH_3) išeiga tesiekia 28 %. Gautas amoniakas turi būti nuolat šalinamas, kad vėl nesuskiltų.

Reãkcijos prodùkto ìšeiga vadinamas praktinio ir teorinio reakcijos produkto kiekių, masių ar tūrių santykis (%).

Reakcijos produkto išeiga η apskaičiuojama pagal šias formules:

$$\eta = \frac{m_{\text{prakt}}}{m_{\text{teor}}} \cdot 100\ \%; \qquad \eta = \frac{V_{\text{prakt}}}{V_{\text{teor}}} \cdot 100\ \%; \qquad \eta = \frac{n_{\text{prakt}}}{n_{\text{teor}}} \cdot 100\ \%.$$

Uždavinių sprendimo pavyzdžių rasite vadovėlio priede (žr. p. 217).

Bošo ir Haberio amoniako gamybos būdas

Suslėgtas karštas N_2 ir H_2 dujų mišinys patenka į reaktorių su katalizatoriumi. Susidaręs N_2, H_2 ir NH_3 dujų mišinys šaldytuve ataušinamas tiek, kad amoniakas suskystėja. Nesureagavusios azoto ir vandenilio dujos vėl suslegiamos ir grąžinamos į reaktorių. Toks gamybos būdas vadinamas **cìkliniu**. Įdiegus ciklinę gamybą, pavyko pasiekti beveik 100 % amoniako išeigą.

Amoniako sintezės žaliavos yra oras, gamtinės dujos ir vanduo.

Azotas gaunamas iš oro.	Oras atšaldomas iki jo skystėjimo temperatūros (žr. p. 17).
Vandenilis gaunamas iš gamtinių dujų – metano CH_4.	$CH_4(d) + H_2O(\text{garai}) \xrightarrow{t} CO(d) + 3H_2(d)$.

Amoniakas NH_3 yra vienas iš svarbiausių Lietuvõs chemijos pramonės produktų. Jį gamina akcinė bendrovė „Achema“ (Jonavojè).

Tai įdomu

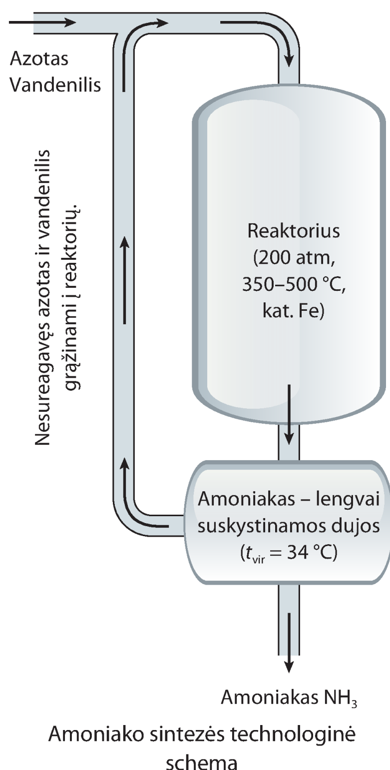
Vìlniaus universiteto profesorius Kazys Daukšas (1905–1985) taip yra apibūdinęs cheminę sintezę: „Trumpai sakant, tai stebuklas, kurį daro žmogus, tai darbas, kuriuo žmogus savo valios, savo žinių dėka pavaduoja gamtą.“ (Mačionis Z. *Kazys Daukšas*. V.: Pradai, 2000. P. 268)

Tai įdomu

Ekonomišką amoniako gamybos iš oro azoto būdą 1908 m. sugalvojo vokiečių chemikas Fricas Haberis (*Haber*, 1868–1934), o pramoninį įrenginį sukonstravo vokiečių chemikas technologas Karlas Bošas (*Bosch*, 1874–1940). Šis būdas vadinamas Haberio būdu (kartais Bošo ir Haberio būdu). 1913 m. pradėjusi veikti pirmoji įmonė per dieną susintetindavo 30 000 kg amoniako. Šiuolaikinės amoniako gamyklos per tą patį laiką pagamina maždaug 50 kartų daugiau NH_3.



Fricas Haberis



Amoniako sintezės technologinė schema

AB „Achema“ – didžiausia amoniako, azoto trąšų ir kitų pramoninių chemijos produktų gamintoja Lietuvojè ir Báltijos šalyse. Ji gamina daugiau kaip 70 pavadinimų produktų. Pagrindinės žaliavos – azotas ir gamtinės dujos. Kitų rūšių produkcijai gauti naudojamos 75 pavadinimų pagrindinės cheminės medžiagos ir 18 pavadinimų pagalbinės cheminės medžiagos, neįeinančios į gaminių sudėtį. AB „Achema“ nuolat tobulina ir modernizuoja gamybos technologiją, visi technologiniai procesai įmonėje kompiuterizuoti. Bendrovė skiria daug dėmesio aktualioms ekologinėms problemoms spręsti. Gamybininkai stengiasi mažinti gamybos nuostolius ir siekia, kad jų gaminių savikaina būtų kuo mažesnė.

Gamybos efektyvumą geriausiai nusako reakcijos produkto išeiga. Ji apskaičiuojama žinant, kiek medžiagos pavyko gauti (faktinė išeiga) ir kiek jos buvo galima gauti, išvengiant nuostolių (teorinė išeiga).

Amoniako išeigos priklausomybė nuo slėgio ir temperatūros

Slėgis (atm)	Išeiga (%), esant įvairiai temperatūrai			
	250 °C	350 °C	450 °C	550 °C
50	60,5 %	29,6 %	11,0 %	4,0 %
100	67,2 %	33,5 %	16,0 %	6,6 %
200	73,0 %	50,0 %	29,1 %	13,7 %
400	77,6 %	65,4 %	45,5 %	26,1 %

Peržiūrėkite 250 °C temperatūros stulpelį. Kaip kinta išeiga didinant slėgį?
Peržiūrėkite 400 atm slėgio eilutę. Kaip kinta išeiga didinant temperatūrą?
Kokiomis sąlygomis galima pasiekti didžiausią išeigą?
Paaiškinkite, kodėl amoniakui gaminti reikalingas katalizatorius.

Įsiminkite sąvoką

- Reãkcijos prodùkto ìšeiga

Pasitikrinkite žinias



1. Kokių žaliavų reikia pramoninei amoniako gamybai?
2. 10,7 g amonio chlorido NH_4Cl sumaišoma su kalcio hidroksidu $Ca(OH)_2$ (jo yra perteklius) ir mišinys pašildomas. Kokios dujos išsiskiria ir kokia yra jų masė bei tūris (n. s.)?
Reakcijos lygtis:

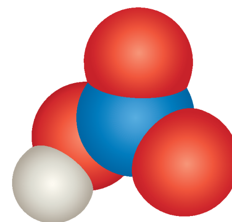
$$2NH_4Cl(k) + Ca(OH)_2(k) \rightarrow 2NH_3(d) + CaCl_2(aq) + 2H_2O(s).$$

3. Kokią reikšmę turi slėgis, temperatūra ir katalizatorius sintetinant amoniaką pramoniniu būdu? Paaiškinkite, kodėl, pakartotinai naudojant nesureagavusias medžiagas, reakcijos produktai atpinga.
4. 67,2 l azoto N_2 reagavo su deguonimi O_2. Reakcijos $N_2(d) + 2O_2(d) \rightarrow 2NO_2(d)$ metu susidarė 60 l azoto dioksido. Apskaičiuokite reakcijos produkto išeigą.

4.6. Azoto rūgštis (nitrato rūgštis) HNO_3. Nitratai

Azoto rūgšties savybės

Azòto rūgštìs HNO_3 – stipri neorganinė rūgštis. Koncentruota azoto rūgštis yra 63–65 % tirpalas. Tai bespalvis, nuodingas, savito kvapo skystis, kuris pastovėjęs gelsta. Azoto rūgštis, patekusi ant odos, ją nudegina. Net nuo mažos koncentracijos tirpalų oda kuriam laikui pagelsta, nes tirpalai negrįžtamai paveikia baltymus. Todėl, dirbant su šia medžiaga, reikia imtis papildomų atsargumo priemonių.



Azoto rūgšties molekulės modelis

Azoto rūgštis labai gerai tirpsta vandenyje, vandeniniuose tirpaluose ji jonizuojasi (suskyla į jonus):

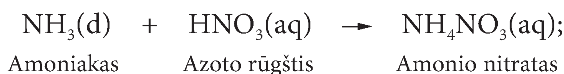


$$HNO_3(aq) \rightarrow H^+(aq) + NO_3^-(aq).$$

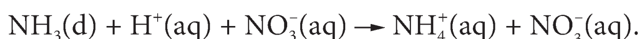
Azoto rūgščiai būdingos visos rūgščių savybės. Ji reaguoja su metalais, baziniais oksidais, šarmais, netirpiais hidroksidais ir druskomis.

Parašykite azoto rūgšties reakcijos su šiomis medžiagomis lygtis: a) su magnio oksidu MgO; b) su kalcio hidroksidu $Ca(OH)_2$; c) su kalcio karbonatu $CaCO_3$.

Amoniaką neutralizuojant azoto rūgštimi HNO_3, susidaro amonio nitratas NH_4NO_3, kuris yra vertinga **azòto trąšà** ir žaliava sprogmenų gamybai:



$$\underset{\text{Amoniakas}}{NH_3(d)} + \underset{\text{Azoto rūgštis}}{HNO_3(aq)} \rightarrow \underset{\text{Amonio nitratas}}{NH_4NO_3(aq)};$$



$$NH_3(d) + H^+(aq) + NO_3^-(aq) \rightarrow NH_4^+(aq) + NO_3^-(aq).$$

Nurodykite, kokia tai reakcija: jungimosi, pavadavimo, mainų, oksidacijos ir redukcijos.

Azoto rūgštis yra stiprus oksidatorius. Ji reaguoja ir su tais metalais, kurie aktyvumo eilėje yra už vandenilio. Su azoto rūgštimi nereaguoja tik auksas ir platina.

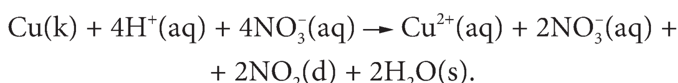
Tiek skiestai, tiek koncentruotai azoto rūgščiai reaguojant su metalais, vandenilis neišsiskiria.

Bandymas. Varinę monetą įmeskite į koncentruotą azoto rūgšties tirpalą. Netrukus ima skirtis raudonai rudos azoto(IV) oksido NO_2 dujos ir susidaro žalsvai mėlynas vario(II) nitrato tirpalas:



$$\overset{0}{Cu}(k) + 4H\overset{+5}{N}O_3(aq) \rightarrow \overset{+2}{Cu}(NO_3)_2(aq) + 2\overset{+4}{N}O_2(d) + 2H_2O(s).$$

Šios reakcijos joninė lygtis:



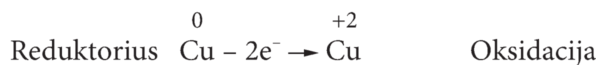
$$Cu(k) + 4H^+(aq) + 4NO_3^-(aq) \rightarrow Cu^{2+}(aq) + 2NO_3^-(aq) +$$
$$+ 2NO_2(d) + 2H_2O(s).$$

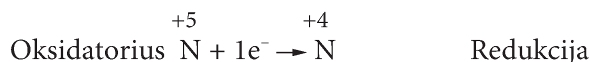
Šį bandymą atlikite traukos spintoje.



Kurių dalelių oksidacijos laipsnis pasikeitė? Kuri dalelė oksidavosi?

Parašykime dalines reakcijų lygtis, rodančias, kiek kuris elemento atomas ar jonas atidavė arba prisijungė elektronų:


Reduktorius $\overset{0}{Cu} - 2e^- \rightarrow \overset{+2}{Cu}$ Oksidacija


Oksidatorius $\overset{+5}{N} + 1e^- \rightarrow \overset{+4}{N}$ Redukcija

Azoto rūgštis yra oksidatorius. Kodėl?

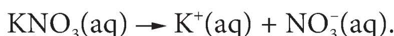
Azoto rūgšties ir druskos rūgšties mišinys (tūrių santykis 1 : 3) vadinamas **karãliškuoju vándeniu**. Jame tirpsta auksas ir platina.

Kambario temperatūros sąlygomis rūgštis skyla, paskleisdama geltonai rudus azoto(IV) oksido dūmus. Kaitinant šviesoje, skilimas pagreitėja.

Reakcijos lygtis tokia:


$$4HNO_3(konc.) \xrightarrow{t} 2H_2O(s) + 4NO_2(d) + O_2(d).$$
Geltonai rudos dujos

Azoto rūgšties druskos vadinamos **nitrãtais**. Visi nitratai gerai tirpsta vandenyje (žr. tirpumo lentelę p. 223), skyla į jonus:


$$KNO_3(aq) \rightarrow K^+(aq) + NO_3^-(aq).$$

Azoto rūgšties druskoms (nitratams) būdingos mainų reakcijos tirpaluose. Rašydami mainų reakcijų lygtis, naudokitės druskų, rūgščių ir hidroksidų tirpumo vandenyje lentele (žr. priedus, p. 223).

Parašykite mainų reakciją, kuri vyksta sumaišius sidabro nitrato $AgNO_3$ ir natrio chlorido NaCl tirpalus. Kokia medžiaga iškrinta nuosėdomis?

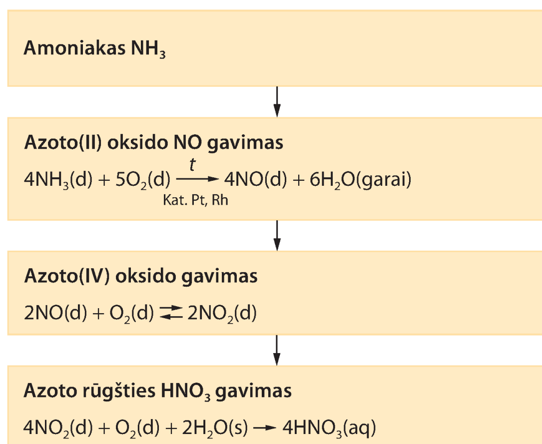
Amonio, natrio, kalio ir kalcio nitratai yra azoto trąšos ir buityje vadinami **saliẽtromis**.

Parašykite jų formules.

Azoto rūgšties gamyba pramonėje

Pramonėje azoto rūgštis gaminama iš amoniako.

Azoto rūgšties sintezės technologinė schema



Amoniakas sumaišomas su oru ir mišinys leidžiamas per įkaitintą (iki 900 °C) platinos ir rodžio katalizatorių, kuris paspartina amoniako oksidacijos reakciją.

Reakcijos produktai atšaldomi, pridedama papildomai oro. Azoto(II) oksidas oksiduojamas (ši reakcija vyksta kambario temperatūros sąlygomis).

Gautas azoto(IV) oksidas maišomas su vandeniu, pučiant orą su padidintu O_2 kiekiu. Vyksta reakcija su vandeniu.

Tai yra vienas svarbiausių Lietuvos chemijos pramonės produktų, kurį gamina AB „Achema“.

? *Azoto trąšų kaina labai priklauso nuo kuro kainos. Kodėl šios kainos taip susijusios?*

4 praktikos darbas. Amoniako gavimas ir jo savybių tyrimas

Užduotys

1. Atlikdami bandymą, gaukite amoniaką.

2. Įrodykite, kad vandeniniame amoniako tirpale yra hidroksido jonų.

3. Bandymais įrodykite, kad amonio chlorido tirpale yra amonio jonų NH_4^+(aq) ir chlorido jonų Cl^-(aq).

Pasitikrinkite žinias

1. Parašykite reakcijų, kuriomis įrodytumėte šias azoto rūgšties savybes, lygtis:

a) rūgštines savybes (dvi lygtis);

b) oksidacines savybes (vieną lygtį).

2. Kokių žaliavų reikia pramoninei azoto rūgšties gamybai?

3. Kokie veiksniai lemia pagamintos azoto rūgšties kainą?

4. Azoto rūgštį atitinka oksidas N_2O_5. Kaip iš jo galima gauti azoto rūgštį? Parašykite atitinkamą reakcijos lygtį. Kodėl azoto rūgštis iš oksido N_2O_5 negaminama?

5. Daug azoto rūgšties sunaudojama trąšų gamybai. Amoniakui jungiantis su azoto rūgštimi, susidaro amonio nitratas.

a) Parašykite šios reakcijos lygtį.

b) Apskaičiuokite azoto masės dalį amonio nitrate.

6. Apskaičiuokite, koks tūris amoniako susidarys (n. s.), kai 10,7 g amonio chlorido sumaišysime su 8,4 g kalio šarmo. Reakcijos lygtis:

$$NH_4Cl(k) + KOH(k) \rightarrow NH_3(d) + KCl(aq) + H_2O(s).$$

7. 6,4 g vario reaguoja su skiestos azoto rūgšties pertekliumi:

$$Cu(k) + 4HNO_3(aq) \rightarrow Cu(NO_3)_2(aq) + 2NO(d) + 2H_2O(s).$$

Apskaičiuokite išsiskyrusių dujų tūrį (n. s.), jei reakcijos produkto išeiga yra 95 %.

4.7. Fosforas, jo oksidai ir rūgštys

Fosforas

Gamtoje fosforo randama tik junginiuose. Svarbiausi fosforo mineralai – fosforitai ir apatitai, į kurių sudėtį įeina kalcio fosfatas $Ca_3(PO_4)_2$. Iš jų gaminama fosforo rūgštis.



Mineralas apatitas

Fosforo junginių yra žmogaus ir gyvūnų kauluose, raumenyse, nervuose. Griaučiuose yra kalcio fosfato, dėl to griaučiai yra tvirti. Nervų

ir raumenų audiniuose fosforas yra organinių junginių sudedamoji dalis. Fosforo aptinkama grūduose, ankštinėse daržovėse, riešutuose, žirniuose, avižinėse kruopose, žuvyje, piene, mėsoje. Medžiagų apykaitai fosfatai svarbūs kaip energijos šaltiniai.

Laisvas fosforas sudaro keletą alotropinių atmainų. Pagrindinės iš jų – **baltàsis** ir **raudonàsis fòsforas**. Abiejų atmainų savybės smarkiai skiriasi.

Baltojo fosforo molekulė yra P_4.

Raudonasis fosforas yra polimerinė medžiaga. Ji susidaro jungiantis baltojo fosforo molekulėms.





Baltasis fosforas yra nuodingas. Kambario temperatūroje jis oksiduojasi ir švyti, todėl iš čia ir kilo jo pavadinimas (gr. *phōs* – šviesa, *phoros* – nešantis). Baltasis fosforas laikomas žibale.

Raudonasis fosforas yra nenuodingas ir savaime neužsidega. Jis įsiliepsnoja tik uždegtas.





Raudonojo fosforo ir Bertoleto druskos $KClO_3$ mišinys užsiliepsnoja ir sprogsta, net labai silpnai patrintas arba paspaustas:



$$6P(k) + 5KClO_3(k) \rightarrow 3P_2O_5(k) + 5KCl(k).$$

Raudonojo fosforo, susmulkinto stiklo ir klijų mišiniu padengiamos degtukų dėžučių sienelės, o Bertoleto druskos ir sieros mišiniu – degtukų galvutės. Braukiama per dėžutės šoną degtuko galvutė užsiliepsnoja.

Fosforo oksidai

Fosforo oksidacijos laipsnis	Oksido pavadinimas	Empirinė formulė	Molekulinė formulė
+3	Fosforo(III) oksidas	P_2O_3	P_4O_6
+5	Fosforo(V) oksidas	P_2O_5	P_4O_{10}

Fosforo oksidai ir rūgštys

Vieni svarbiausių fosforo junginių yra jo oksidai ir deguoninės rūgštys. Šiuose junginiuose fosforo oksidacijos laipsnis yra +3 ir +5.

Reaguodami su vandeniu, abu fosforo oksidai sudaro rūgštis:



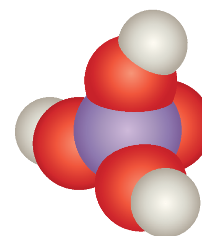
$$P_4O_6(k) + 6H_2O(s) \rightarrow 4H_3PO_3(aq);$$

Fosfito rūgštis



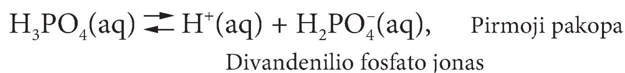
$$P_4O_{10}(k) + 6H_2O(s) \rightarrow 4H_3PO_4(aq).$$

Fosfato, arba fosforo, rūgštis



Fosforo rūgšties H_3PO_4 molekulės modelis

Fosforo rūgštis H_3PO_4 yra kieta, gerai tirpstanti vandenyje medžiaga. Skirtingai nei azoto rūgštis, ji nelaki. Tirpale fosforo rūgštis jonizuojasi laipsniškai:



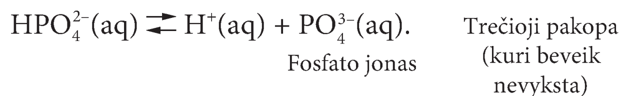
$$H_3PO_4(aq) \rightleftharpoons H^+(aq) + H_2PO_4^-(aq),$$ Pirmoji pakopa

Divandenilio fosfato jonas



$$H_2PO_4^-(aq) \rightleftharpoons H^+(aq) + HPO_4^{2-}(aq),$$ Antroji pakopa

Vandenilio fosfato jonas



$$HPO_4^{2-}(aq) \rightleftharpoons H^+(aq) + PO_4^{3-}(aq).$$ Trečioji pakopa (kuri beveik nevyksta)

Fosfato jonas

Prisiminkite

Empirinė formulė rodo junginį sudarančių dalelių molinį santykį.

Fosforo rūgšties tirpale greta nesuskilusių $H_3PO_4(aq)$ molekulių yra daug divandenilio fosfato jonų $H_2PO_4^-(aq)$, nedaug vandenilio fosfato jonų $HPO_4^{2-}(aq)$ ir labai mažai fosfato jonų $PO_4^{3-}(aq)$, nes, didėjant anijono krūviui, vandenilio jonas yra stipriau traukiamas ir sunkiau atskyla.

Daugiausia fosforo rūgšties reikia trąšų gamybai. Be to, fosforo rūgštimi apdorojami metalai, norint padidinti jų atsparumą korozijai. Maisto pramonėje ši rūgštis naudojama kepimo milteliams ir sūriams gaminti, vaisvandeniams rūgštinti, mėsai konservuoti.

Fosfatai

Fosforo rūgštis sudaro trejopos sudėties ir skirtingų savybių druskas – **fosfatùs**:

- divandenilio fosfatus, pvz., NaH_2PO_4, $Ca(H_2PO_4)_2$, $NH_4H_2PO_4$;
- vandenilio fosfatus, pvz., Na_2HPO_4, $CaHPO_4$, $(NH_4)_2HPO_4$;
- neutraliuosius fosfatus, pvz., Na_3PO_4, $Ca_3(PO_4)_2$.



Pavadinkite kiekvieną šių druskų.

Prisiminkite

Rūgščioji druska – tai druska, turinti vandenilio katijonų.

Metalų-divandenilio fosfatai vandenyje tirpsta gerai, o fosfatai, išskyrus šarminių metalų fosfatus, netirpsta. Pastarieji pasidaro tirpūs, kai į juos įpilama stiprių rūgščių, nes tada virsta rūgščiomis druskomis – divandenilio fosfatais, pavyzdžiui,



$$Ca_3(PO_4)_2(k) + 4H^+(aq) \rightarrow 3Ca^{2+}(aq) + 2H_2PO_4^-(aq).$$

Pramoniniu būdu gauti fosfatai naudojami kaip fosforo trąšos, pašarų ir maisto priedai, iš jų gaminami plovikliai, vandens minkštikliai.

Kalcio-divandenilio fosfatas $Ca(H_2PO_4)_2$ – rūgštingumą reguliuojanti medžiaga (E 341). Jos yra žmogaus organizme. Ši druska naudojama duonai kildinti ir sūrio gamybai. Natrio-vandenilio fosfatas Na_2HPO_4 ir kalio-vandenilio fosfatas K_2HPO_4 (E 450) naudojami duonos kepinių kokybei gerinti.

Įvairių skalbiklių ir ploviklių sudėtyje paprastai yra 30–40 % fosfatų. Jų paskirtis – suminkštinti vandenį, kad plovikliai būtų veiksmingi. Dažniausiai tam naudojamas natrio fosfatas Na_3PO_4 (ant skalbiklių pakuočių kartais galime matyti jo žymenį STTP).

Buityje plovikliai sudaro pusę visų namų ūkio chemikalų. Jų fosfatai nuotekų sistemomis patenka į vandens telkinius ir ten sukelia vandens žydėjimą. Fosfatai gali lengvai pasiekti ir dirvą, jūrą. Kiti fosfatų šaltiniai – trąšos, organinės atliekos, kaip antai lapai ir žievė.



Skalbimo milteliuose yra fosfatų.

Tai įdomu

Fosfatai, su nuotekomis patekę į vandens telkinius, kartu su kitomis medžiagomis skatina dumblių ir vandens augalų augimą. Vandens telkiniai, upių vagos ilgainiui užauga ir uždumblėja. Fosfatus skaidančios bakterijos sunaudoja daug deguonies. Jo kiekiui vandenyje sumažėjus, pradeda dusti žuvys, atsiranda nemalonus vandens telkinių kvapas. Apskaičiuota, kad 1 kg fosforo vandenyje paskatina apie 500 kg dumblių augimą, o kasmet į jūrą patenka apie 16 tūkst. t fosforo.
Lietuvà yra viena iš nedaugelio Euròpos šalių, kuri nedraudžia ir neriboja fosfatų naudojimo buitinės chemijos ar kosmetikos priemonėse. Lietuvojè vienam gyventojui per metus tenka vidutiniškai apie 0,33 kg fosforo, o Súomijoje – apie 0,09 kg (Lietuvõs gamtos fondo duomenimis).



Dumbliams naikinti dažniausiai pasitelkiamas chloras.

Pasitikrinkite žinias

1. Kokių fosforo junginių randama gamtoje?
2. Kurio metalo teigiamasis jonas ir inertinių dujų atomas turi tokią pat elektroninio apvalkalo sandarą kaip fosfido jonas P^{3-}?
3. Apibūdinkite fosforo chemines savybes, siedami jas su fosforo padėtimi periodinėje cheminių elementų lentelėje.
4. Parašykite šių medžiagų formules: fosforo(V) oksido, natrio-divandenilio fosfato, natrio-vandenilio fosfato, fosforo rūgšties, kalcio fosfato.
5. Kokie jonai susidaro, jonizuojantis fosforo rūgščiai H_3PO_4(aq) per pirmąją pakopą? Parašykite reakcijos lygtį.
6. Kurios iš šių fosforo rūgšties druskų tirpsta vandenyje: Na_3PO_4, $Ca_3(PO_4)_2$, $Ca(H_2PO_4)_2$, $NH_4H_2PO_4$, $AlPO_4$?
7. Parašykite fosforo rūgšties reakcijų su šiomis medžiagomis bendrąsias ir jonines lygtis: a) su kalcio oksidu; b) su kalcio hidroksidu.
8. Nurodykite, kokia druska pasigamins, sumaišius 9,8 g fosforo rūgšties H_3PO_4 su 8 g natrio hidroksido NaOH. Apskaičiuokite tos druskos masę.

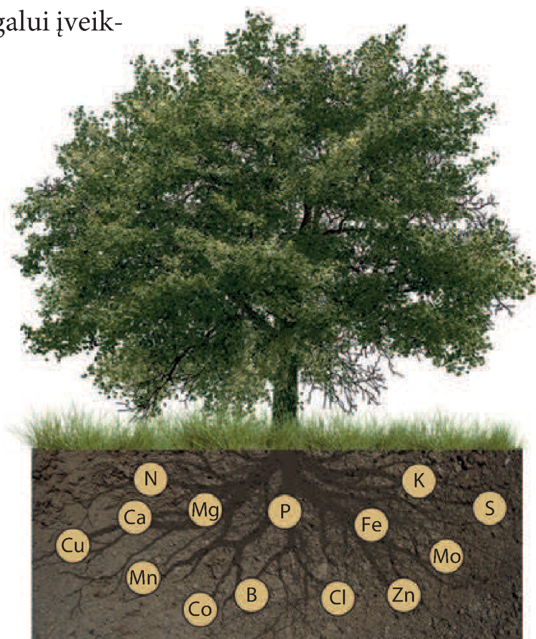
4.8. Trąšos ir jų gamyba

Iš oro augalai gauna anglies dioksido ir deguonies, o iš dirvožemio – vandens. Fotosintezės metu augalai sintetina daug energijos turinčią medžiagą – gliukozę. Nustatyta, kad kiekvienam augalui normaliai egzistuoti reikia šių elementų: C, H, O, N, Ca, K, P, S, Mg, Si, Cu, Mn ir Fe. Svarbiausi iš jų yra trys – azotas N, kalis K ir fosforas P. Šiuos elementus jonų (NO_3^-, K^+, HPO_4^{2-}, Fe^{3+}, Cu^{2+} ir t. t.) pavidalu augalai pasiima iš dirvožemyje esančių junginių per savo šaknis.

Azoto reikia augalams normaliai vystytis, kalis padeda augalui įveikti šalnas ir atsispirti ligoms, fosforas reikalingas šaknims formuotis ir vaisiams bręsti.

Kai kurių augalų (pvz., didžiosios dalies pupinių) šaknyse yra gumbelinių bakterijų, kurios iš oro azoto gamina amoniaką. Šį augalas toliau naudoja augimui. Tai biologinė azoto fiksacija.

Toje pačioje dirvoje daug metų auginami tie patys augalai ima skursti, jų derlius mažėja. Dėl to į dirvą papildomai įterpiama medžiagų, kurios turi augalams reikalingų elementų. Tos medžiagos vadinamos **trąšomìs**. **Orgãnines azòto trąšàs** (mėšlą, žaliąją trąšą, pūdinį) dirvai tręšti žmonės naudoja nuo seno.



Minerãlinėmis trąšomìs vadinamos medžiagos, turinčios tris svarbiausius augalams reikalingus elementus: azotą N, fosforą P ir kalį K.

Tai įdomu

Guãnas (isp. *guano*, iš kečua *huanu* – mėšlas) – bekvapė medžiaga, sauso klimato sąlygomis susidaranti iš supuvusio jūrinių paukščių mėšlo, žuvusių paukščių, žuvų ir banginių likučių. Ji turi daug azoto ir fosforo junginių. Guanas naudojamas kaip efektyvios azoto ir fosforo trąšos.



Azoto trąšos vertinamos pagal azoto masės dalį junginyje. Pavyzdžiui, apskaičiuokime azoto masės dalį amonio nitrate NH_4NO_3:

$$w(\mathrm{N}) = \frac{M(\mathrm{N}_x)}{M(\mathrm{NH_4NO_3})} \cdot 100\ \% = \frac{2 \cdot 14\ \cancel{\mathrm{g/mol}}}{80\ \cancel{\mathrm{g/mol}}} \cdot 100\ \% = 35\ \%.$$

Skaitiklyje rašomas koeficientas 2, nes amonio nitrate yra du azoto atomai.

Vadinasi, amonio nitrate yra 35 % azoto.

Fosforo ir kalio masės dalis reiškiama jų oksidų P_2O_5 ir K_2O masės dalimis. Pavyzdžiui, apskaičiuokime fosforo(V) oksido masės dalį amonio-vandenilio fosfate $(NH_4)_2HPO_4$:

$$w(\mathrm{P_2O_5}) = \frac{M(\mathrm{P_2O_5})}{M((\mathrm{NH_4})_2\mathrm{HPO_4})} = \frac{142\ \cancel{\mathrm{g/mol}}}{2 \cdot 132\ \cancel{\mathrm{g/mol}}} \cdot 100\ \% = 53{,}78\ \%.$$

Vardiklyje rašomas koeficientas 2, nes P_2O_5 molekulėje yra du fosforo atomai.



Apskaičiuokite azoto masės dalį natrio nitrate ir palyginkite ją su azoto masės dalimi amonio nitrate.
Kuri iš tų trąšų yra vertingesnė?

Makroelemeñtų, arba pagrindinės, **trą̃šos** – tai dažniausiai augalams tręšti naudojamos trąšos. Prie jų priskiriamos azoto, fosforo ir kalio trąšos.

Makroelementų trąšų grupės

Paprastosios trąšos	Sudėtinės trąšos	Kompleksinės trąšos	Trąšų mišiniai
Jose yra tik vienas mitybos elementas	Jose yra du mitybos elementai	Jose yra du ir daugiau mitybos elementų, sudarytos iš kelių cheminių junginių	Mechaniškai sumaišytos 2–3 trąšų rūšys
Pavyzdžiui, amonio salietra NH_4NO_3, kalio chloridas KCl (kalio druska), natrio nitratas $NaNO_3$ (natrio salietra)	Pavyzdžiui, kalio salietra KNO_3, amonio-vandenilio fosfatas $(NH_4)_2HPO_4$	Pavyzdžiui, nitrofoska $NH_4NO_3 + (NH_4)_2HPO_4 + KCl$ (joje yra 12 % azoto, 12 % fosforo(V) oksido P_2O_5 ir 17 % kalio oksido K_2O); azofoska $NH_4NO_3 \cdot (NH_4)_2SO_4 \cdot CaHPO_4 \cdot KCl \cdot K_2SO_4$ (joje yra po 16 % azoto, fosforo ir kalio)	

Tai įdomu

Čilės salietra 1825 m. buvo atvežta į Euròpą (Hámburgą) garlaiviu iš Pietų Amèrikos. Neatsiradus pirkėjų, ji buvo išmesta į jūrą. Apie 1930 m. ši trąša buvo reklamuojama ir Lietuvojè. Tai rodo dailininko Petro Rimšos (1881–1961) paveikslas.



Mikroelemeñtų trą̃šų augalams reikia mažai, bet be jų augalai negali normaliai augti, suserga, juos puola kenkėjai.

Vertingesnės tokios mineralinės trąšos, kurias sudaro visi trys augalams reikalingi elementai: azotas, kalis ir fosforas (N, K, P).

Iš mineralinių azoto trąšų pirmiausia (XIX a. vid.) pradėta naudoti natrio nitratą $NaNO_3$ (Čilės salietrą), gaunamą Čìlės gamtiniuose telkiniuose.

Trąšos paprastai parduodamos kaip įvairių chemikalų mišiniai. Jie būna pritaikyti įvairioms dirvoms ir įvairiems derliams. Pavyzdžiui, vieni trąšų mišiniai turi daugiau azoto, kiti – daugiau fosforo ar kalio ir pan. Ūkininkai gali savo dirvą ištirti, sužinoti, kokių elementų jai trūksta, ir įsigyti labiausiai tinkančių trąšų.

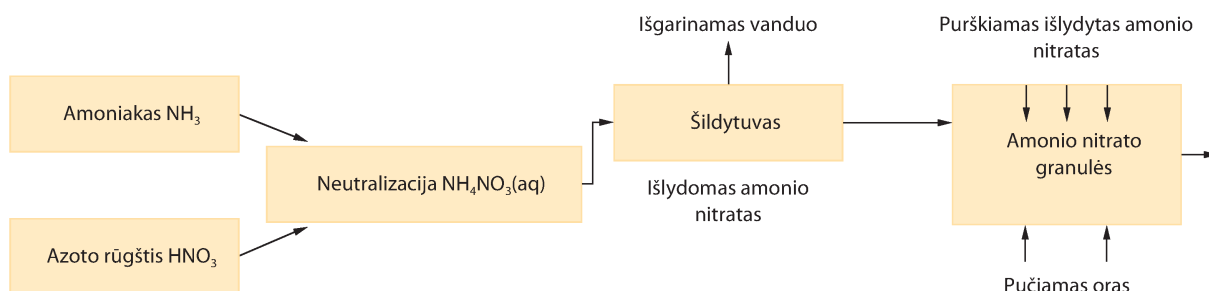
Lietuvojè gaminamos azoto ir fosforo trąšos. Azoto trąšų gamintoja yra AB „Achema“ (Jonavojè).

Neutralizuojant amoniaką azoto rūgštimi, susidaro vertinga trąša – amonio nitratas (amonio salietra) NH_4NO_3:



$$NH_3(d) + HNO_3(aq) \rightarrow NH_4NO_3(aq).$$

Amonio salietros gamybos technologinė schema

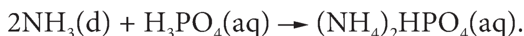


Neutralizuojant amoniaką anglies(IV) oksidu, gaunama vertinga trąša karbamidas $(NH_2)_2CO$:



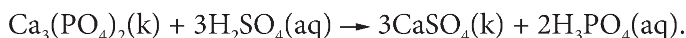
$$2NH_3(d) + CO_2(d) \rightarrow (NH_2)_2CO(k) + H_2O(s).$$

AB „Lifosa“ (Kėdáiniuose) gamina koncentruotą azoto ir fosforo trąšą – amonio-vandenilio fosfatą $(NH_4)_2HPO_4$. Jis gaunamas, neutralizuojant amoniaką fosforo rūgštimi H_3PO_4:



$$2NH_3(d) + H_3PO_4(aq) \rightarrow (NH_4)_2HPO_4(aq).$$

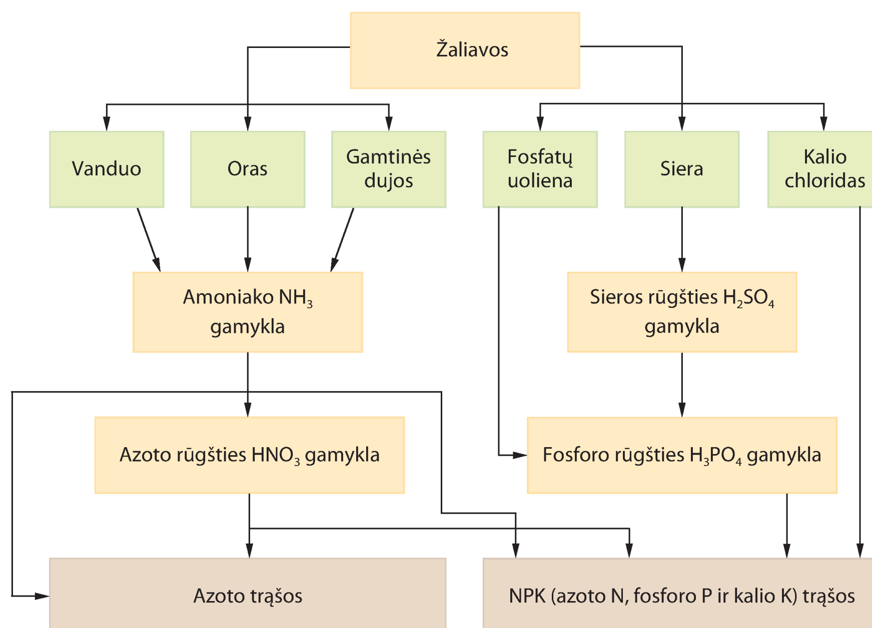
Šios trąšos gamybai reikia amoniako NH_3 ir fosforo rūgšties H_3PO_4. Fosforo rūgštis gaminama toje pačioje gamykloje, kalcio fosfatą $Ca_3(PO_4)_2$ veikiant sieros rūgštimi. Reikalinga sieros rūgštis H_2SO_4 taip pat gaminama Kėdáiniuose. Reakcijos lygtis:



$$Ca_3(PO_4)_2(k) + 3H_2SO_4(aq) \rightarrow 3CaSO_4(k) + 2H_3PO_4(aq).$$

Mineralinės azoto trąšos gali būti gaunamos, amoniaką (bazę) neutralizuojant atitinkamomis rūgštimis.

Toliau pateikiama schema rodo, kokių žaliavų reikia gamykloms, kokios medžiagos jose gaminamos ir kaip jų gamyba priklauso viena nuo kitos.



Remdamiesi pateikta schema, atsakykite į klausimus:
Kokios žaliavos (gamtinės medžiagos) reikalingos trąšoms pagaminti?
Kam naudojama siera?
Kokios rūgštys gaminamos Lietuvos trąšų gamyklose? Parašykite jų formules ir nurodykite medžiagų, gaminamų iš tų rūgščių, pavadinimus bei formules.
Gamtinės dujos naudojamos kaip žaliava. Kokia medžiaga iš jų gaunama ir kur ji naudojama? Parašykite reakcijos lygtį.
Parašykite amoniako gamybos reakcijos lygtį.
Parašykite azoto rūgšties gamybos reakcijų lygtis. Kokių papildomų medžiagų (be amoniako) reikia azoto rūgšties gamybai?
Kokių medžiagų reikia azoto, fosforo ir kalio trąšų mišiniui gaminti?

Tręšiant derlius, užaugintas toje pačioje dirvoje, keletą metų gali būti palyginti didelis. Tačiau kyla problemų, susijusių su trąšų naudojimu:

- Per daug patręštos daržovės būna prasto skonio, ilgai nesilaiko šviežios, jose randama sveikatai kenksmingų nitratų.
- Lietaus išplautos trąšos iš dirvos patenka į upes, ežerus ir čia patręšiami dumbliai, kurie pradeda smarkiai augti ir padengia visą vandens paviršių. Negaudama šviesos, augalija po dumbliais žūva. Žuvusiuose augaluose ima veistis bakterijos, kurios sunaudoja visą vandenyje esantį deguonį. Vandenyje mažėjant deguonies, nyksta vandens gyvūnija.

- Per vandens perdirbimo įrenginius į upes patekę nitratai gali atsidurti geriamajame vandenyje ir pakenkti žmonių sveikatai.
- Trąšos sutrikdo gamtos balansą. Jos ne tik didina derlių, bet ir skatina augti piktžoles, o šios pritraukia vabzdžius. Piktžolėms ir vabzdžiams naikinti naudojami chemikalai, kurie žaloja natūralią gamtą ir nuo kurių žūva paukščiai.



Padiskutuokite, ar reikia gaminti trąšas ir tręšti augalus. Išnagrinėkite čia pateiktas įvairias nuomones tuo klausimu:

1. Trąšų gamybai reikia daug energijos.

2. Bus didesnis pasėlių derlius.

3. Nitratai iš dirvos patenka į geriamąjį vandenį.

4. Augalai geriau auga ir būna sveikesni.

5. Mažiau žemės panaudojama pasėliams, daugiau jos atsiranda laukinei gamtai.

6. Trąšos iš dirvos su lietaus vandeniu patenka į upes ir ežerus, dėl to juose sparčiai mažėja žuvų.

5 praktikos darbas. Mineralinių trąšų atpažinimas

Užduotis

Remdamiesi būdingomis reakcijomis, nustatykite, kuriame pakelyje yra kiekviena iš šių trąšų: amonio salietra, natrio salietra, amonio sulfatas ir kalio druska.

Pasitikrinkite žinias

1. Nurodykite, kaip pagal svarbiausius augalų mitybos elementus skirstomos mineralinės trąšos. Pateikite po du trąšų, kurias gamina akcinės bendrovės „Achema“ ir „Lifosa“, pavyzdžius, užrašykite tų trąšų formules.

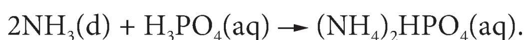
2. Kokios trąšos gaminamos Lietuvoje?

3. Kokių žaliavų reikia amonio salietrai NH_4NO_3 gaminti? Parašykite šios trąšos gavimo reakcijos lygtį.

4. Apskaičiuokite azoto masės dalį kalio nitrate KNO_3 ir karbamide $(NH_2)_2CO$, palyginkite, kurioje trąšoje ji yra didesnė.

5. Parašykite amonio-vandenilio fosfato $(NH_4)_2HPO_4$ skilimo į jonus vandenyje reakcijos lygtį.

6. Apskaičiuokite, kokį tūrį amoniako (n. s.) reikia leisti tirpalu, kuriame yra 4,9 g fosforo rūgšties, norint gauti amonio-vandenilio fosfatą. Reakcijos lygtis tokia:



$$2NH_3(d) + H_3PO_4(aq) \rightarrow (NH_4)_2HPO_4(aq).$$

7. Apskaičiuokite, kiek kilogramų amoniako ir 50 % azoto rūgšties reikia 2 kg amonio salietros pagaminti, jeigu gamybos nuostoliai sudaro 5 %.

Apibendrinimas

- Azotas yra labai inertiškos dujos, nes du azoto atomus molekulėje sieja stiprus trigubasis kovalentinis ryšys. Jam nutraukti reikia daug energijos.
- Azotas sudaro keletą oksidų, kuriuose jo oksidacijos laipsnis kinta nuo +1 iki +5.
- Laisvoji elektronų pora – kovalentinio ryšio nesudariusi išorinio sluoksnio (valentinių) elektronų pora.
- Amoniakas yra bazinių savybių turinčios dujos, nes, joms reaguojant su vandeniu, susidaro hidroksido jonų.
- Amonio druskų ir šarmų reakcija, kurios metu išsiskiria amoniakas, yra amonio jonų NH_4^+ atpažinimo reakcija.
- Reakcijos produkto išeiga – praktinio ir teorinio reakcijos produkto kiekių, masių ar tūrių santykis (%).
- Tiek skiestai, tiek koncentruotai azoto rūgščiai reaguojant su metalais, vandenilis neišsiskiria.
- Azoto(II) oksidas NO ir azoto(IV) oksidas NO_2 vaidina svarbų vaidmenį, atmosferoje vykstant įvairioms sudėtingoms cheminėms reakcijoms.
- Azoto oksidais aplinką labiausiai teršia vidaus degimo varikliai, termofikacinės elektrinės ir pramonės įmonės, deginančios azoto turintį kurą. Jam degant, azotas oksiduojasi.
- Amoniakas – vienas svarbiausių Lietuvõs chemijos pramonės produktų, kurį gamina AB „Achema“.
- Mineralinės azoto trąšos gali būti gaunamos, amoniaką (bazę) neutralizuojant atitinkamomis rūgštimis.
- Fosforo oksiduose ir deguoninėse rūgštyse fosforo oksidacijos laipsnis yra +3 ir +5.
- Fosforo rūgštis, skirtingai nei azoto rūgštis, yra nelaki. Tirpale ji jonizuojasi laipsniškai.
- Fosforo rūgštis sudaro trejopos sudėties ir skirtingų savybių druskas – fosfatus.
- Mineralinės trąšos – medžiagos, turinčios tris svarbiausius augalams reikalingus elementus: azotą N, fosforą P ir kalį K.

5 skyrius

Anglis ir silicis



Šiame skyriuje

sužinosite,

- kokia yra anglies alotropinių atmainų įvairovė ir kas lemia jų savybes;
- kokių bendrų ir skirtingų savybių turi anglis ir silicis;
- kaip anglies ir silicio junginiai paplitę gamtoje;
- kokie anglies virsmai vyksta gamtoje;
- kokie anglies rūgšties druskų (karbonatų) ir vandenilio karbonatų virsmai vyksta gamtoje;
- kokios druskos vadinamos silikatais;
- kokią įtaką atmosferos CO_2 daro Žemės paviršiaus temperatūrai;
- kokios chemijos pramonės šakos sukurtos silicio(IV) oksido pagrindu.

Išmoksite

- apibūdinti anglies apytaką gamtoje;
- lyginti anglies ir silicio atomų sandarą, fizikines bei chemines savybes;
- apibūdinti neorganinius anglies junginius ir nusakyti jų savybes;
- vertinti anglies ir silicio junginių reikšmę mūsų kasdieniame gyvenime ir jų naudojimo įtaką žmogui bei gamtai;
- tirti chemines medžiagas, atpažinti anijonus, rašyti vykstančių reakcijų bendrąsias ir jonines lygtis;
- pagal pateiktas lygtis spręsti chemijos uždavinius.

Prisiminsite

- nemetalų charakteristiką pagal padėtį periodinėje cheminių elementų lentelėje;
- nemetalų atomų sandarą;
- cheminius ryšius ir jų sąsajas su medžiagų savybėmis;
- druskų savybes;
- silpnųjų rūgščių savybes.

5.1. Anglis

Periodinės cheminių elementų lentelės IVA grupės fragmentas

Elektronų sluoksniai	Atominė masė	Simbolis	Pavadinimas	Eilės nr.	Oksidacijos laipsniai	
2, 4	12,007	C	ANGLIS	6	-4, +2, +4	Nemetalas
2, 8, 4	28,0855	Si	SILICIS	14	-4, +2, +4	Pusmetaliai
2, 8, 18, 4	72,5961	Ge	GERMANIS	32	+2, +4	Pusmetaliai
2, 8, 18, 18, 4	118,710	Sn	ALAVAS	50	+2, +4	Metalai
2, 8, 18, 32, 18, 4	207,2	Pb	ŠVINAS	82	+2, +4	Metalai
	(285)			114		

Anglies savybės

Iš IVA grupės elementų svarbiausi yra anglis ir silicis. Anglis įeina į visų gyvųjų organizmų sudėtį, silicis – vienas svarbiausių elementų Žemės plutoje. Palyginkite anglies ir silicio atomų sandarą.



Kiek elektronų reikia, kad būtų užpildytas anglies ir silicio atomo išorinis sluoksnis?
Koks yra anglies ir silicio valentingumas?
Kuo panaši anglies ir silicio atomų sandara ir kuo ji skiriasi?
Kaip kinta šių elementų elektrinis neigiamumas ir nuo ko tai priklauso?
Kaip kinta nemetalų savybės šioje grupėje?

Anglis sudaro 0,023 % Žemės plutos masės. Anglies randama akmens ir rusvosiose anglyse, durpėse, naftoje, gamtinėse dujose. Jos yra gamtiniuose metalų karbonatuose: klintyje, kreidoje, marmure (jų bendra formulė $CaCO_3$), dolomite $CaMg(CO_3)_2$, magnezite $MgCO_3$. Anglies dioksidas CO_2 atmosferoje sudaro 0,03 % (pagal tūrį). Anglis yra pagrindinė organinių junginių sudedamoji dalis.



Durpėse yra 59 % anglies.



Anglis sudaro 4 % žolės masės.



Kietame vabzdžio kiaute yra 40 % anglies.



Anglis sudaro apie 20 % vaiko kūno masės.

Svarbiausias žaliųjų augalų anglies šaltinis (95–98 %) yra atmosferos anglies dioksidas, o gyvūnų – augalų susintetinti organiniai anglies junginiai. Be stabiliosios anglies ^{12}C, augaluose kaupiasi ir radioaktyvioji ^{14}C. Su maistu ji patenka į gyvūnų ir žmonių organizmą. Radioaktyviosios anglies kiekis augalų ir gyvūnų liekanose rodo, kada jie gyveno. Radioaktyvioji anglis naudojama fotosintezei, medžiagų kitimui ir apytakai organizme tirti.

Anglies atomo sandara yra ypatinga. Atomas turi keturis nesuporuotus elektronus. Iki užpildyto elektroninio sluoksnio jam trūksta 4 elektronų. Sudarydama cheminius ryšius, anglis gali atiduoti arba prisijungti 4 elektronus.



Anglies atomo taškinė formulė

Anglis paprastai sudaro kovalentinius junginius, kuriuose jos oksidacijos laipsnis gali būti +4 ir –4.

Anglies oksidacijos laipsnis	+2	+4	–4
Anglies junginys	Anglies(II) oksidas CO	Anglies(IV) oksidas CO_2	Metanas CH_4

Junginiuose anglis dažniausiai yra keturvalentė.

Anglies cheminės savybės

Reduktorius	Oksidatorius
C(k) + O_2(d) → CO_2(d) (kai deguonies pakanka) 2C(k) + O_2(d) → 2CO(d) (kai deguonies trūksta) C(k) + 2CuO(k) → CO_2(d) + 2Cu(k) (redukuoja metalus iš jų oksidų)	C(k) + 2H_2(d) → CH_4(d) ir kiti angliavandeniliai 3C(k) + 4Al(k) $\xrightarrow{t}$ Al_4C_3(k) (reaguoja su aktyviais metalais, sudaro metalų karbidus)

?

Per kurias iš lentelėje pateiktų reakcijų anglis oksiduojasi, per kurias – redukuojasi?
Koks yra anglies oksidacijos laipsnis aliuminio karbide Al_4C_3?

Anglies alotropinės atmainos

Anglies atomai gali įvairiai jungtis tarpusavyje ir sudaryti alotropines atmainas, kurios skiriasi viena nuo kitos sandara ir savybėmis. Trys geriausiai žinomos anglies alotropinės atmainos yra amorfinė anglis (anglys arba suodžiai), grafitas ir deimantas. Grafito ir deimanto randama gamtoje ir gali būti pagaminta dirbtiniu būdu.

Jau daugiau kaip 30 metų mokslininkai sėkmingai sintetina naujas alotropines anglies atmainas, o garsiausiai nuskambėję pavyzdžiai – fulerenai ir grafenas – turi nemažą įtaką tiek mokslo, tiek technologijos pažangai.

Anglies alotropinių atmainų pavyzdžiai

Pavyzdys	Struktūra	Apibūdinimas
Deimantas		Kiekvieno anglies atomo ryšiai erdvėje išsidėsto simetriškai ir sudaro tvarkingą tetraedrinę struktūrą. Kiekvienas anglies atomas yra susijungęs su keturiais kitais anglies atomais. Deimantas yra kiečiausias gamtoje randamas mineralas, juo galima įrėžti visus metalus ir stiklą. Tam tikru būdu nugludintas, visiškai skaidrus deimantas vadinamas **briliántu**.
Grafitas		Tamsiai pilkos spalvos kristalinė medžiaga, turi silpną metalinį blizgesį, riebi pačiupinėjus, laidi elektros srovei. Grafito, kaip ir deimanto, molekulė milžiniška, skirtumas tik tas, kad ne visi ryšiai vienodi. Grafite anglies atomai sudaro sluoksnius. Cheminiai ryšiai tarp sluoksnių yra ilgesni ir silpni, todėl sluoksniai gali judėti vienas kito atžvilgiu.
Fulerenas	C_{60} kristalai	1985 m. suodžiuose atrasta nauja anglies alotropinė atmaina, 60 anglies atomų yra susijungę vienodais ryšiais ir sudaro rutulio formos molekulę. Žinomi 72, 76, 84 ar net 100 anglies atomų turintys kamuoliai. Išskirti gryni fulerenai atrodo kaip anglis.
Grafenas		Gardelė atominė, sudaryta iš viename sluoksnyje išsidėsčiusių anglies atomų. Grafenas – ploniausia ir stipriausia pasaulyje nanomedžiaga, laidi elektros srovei, gerai praleidžia šviesą, nors yra labai tanki.
Karbinas		Kieta, dar mažai ištirta medžiaga, gaunama sintetiniu būdu. Karbiną sudaro lygiagrečiai išsidėsčiusios anglies atomų grandinės. Plona, vieno atomo storio anglies lazdelė, gerokai smulkesnė už anglies nanovamzdelį.

Tai įdomu

2011 m. Nobelio premija už laimėjimus fizikos srityje skirta mokslininkams Andrejui Geimui ir Konstantinui Novosiolovui. Ypač plonus, vos vieno atomo storio, anglies lakštelius mokslininkai sugebėjo atskirti nuo grafito (pieštukų šerdelėms gaminti naudojamos medžiagos), panaudodami lipniąją juostą. Taip buvo sukurta naujos kartos supermedžiaga – grafenas.

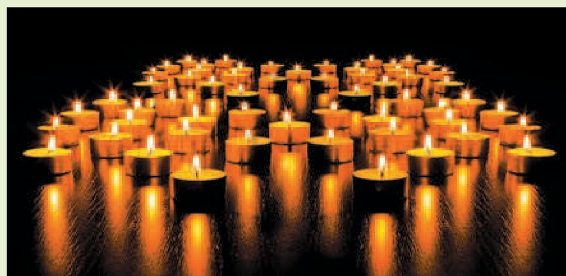
Amòrfinė anglı̀s – suodžiai (juodi milteliai).

Aktỹvintosios añglys – tai medžio anglys, iškaitintos vandens garuose. Jos turi adsorbcinių savybių, t. y. jų paviršius gerai sugeria dujines ir ištirpusias medžiagas. Aktyvintosios anglys naudojamos dujokaukėse, garų surinktuvuose, vandens filtruose, cukraus sirupui valyti, medicinoje (šių anglių tablečių duodama apsinuodijus).

Kòksas – kietas, daug anglies turintis produktas, gaunamas be oro kaitinant akmens anglis. Koksas naudojamas metalurgijoje metalams iš jų oksidų redukuoti.

Tai įdomu

Deimantus minėjo jau Plinijus Vyresnysis (23–79). Į Euròpą deimantai pateko VI–V a. iki Kr. Tuo laikotarpiu iš neapdorotų deimantų buvo sukurta senovės graikų bronzinė statula. Šiuo metu ji saugoma Britų muziejuje (Lòndone). Šv. Andriejaus universiteto (Didžiòji Britãnija) mokslininkai nustatė, kad kiekvieną sekundę degant žvakei jos liepsnoje susidaro apie 1,5 mln. mažučių deimanto nanodalelių. Gali būti, kad būtent dėl jų žvakių liepsna taip magiškai švyti.



Pasitikrinkite žinias

1. Kas vadinama alotropine atmaina?
2. Kodėl anglis sudaro alotropines atmainas? Atsakymą pagrįskite anglies atomo sandara.
3. Paaiškinkite, kodėl grafito anglies atomų sluoksniai lengvai slysta vienas kito atžvilgiu, o deimantas yra labai kietas.
4. Sudarykite anglies junginių su kalciu, aliuminiu, siera, chloru formules. Nurodykite anglies oksidacijos laipsnius šiuose junginiuose.
5. Parašykite reakcijos lygtį, kurioje anglies oksidacijos laipsnis 0 virsta laipsniu +4.
6. Paaiškinkite anglies, kaip reduktoriaus, chemines savybes.

5.2. Anglies oksidai

Anglies oksidai, jų savybės ir naudojimas

Pavadinimas	Apibūdinimas	Savybės	Naudojimas
Anglies(II) oksidas CO (anglies monoksidas, smalkės)	Bespalvės, bekvapės, nuodingos dujos. Daug jų yra automobilių vidaus degimo variklių deginiuose.	Indiferentiškas (nereaguoja su vandeniu ar bazinės prigimties medžiagomis), geras reduktorius. $FeO(k) + CO(d) \rightarrow Fe(k) + CO_2(d)$	Kaip geras reduktorius metalurgijoje
Anglies(IV) oksidas CO_2 (anglies dioksidas)	Bespalvės, bekvapės, sunkesnės už orą dujos. Jos blogai tirpsta vandenyje, lengvai suskystinamos. Garuodamas CO_2 labai atšąla ir virsta kietąja medžiaga – sausuoju ledu. Sausasis ledas sublimuojasi (iš kietosios būsenos pereina į dujinę).	Turi rūgštinių oksidų savybių, nepalaiko degimo. $CO_2(d) + H_2O(s) \rightleftarrows H_2CO_3(aq)$ $CaO(k) + CO_2(d) \rightarrow CaCO_3(k)$ $Ca(OH)_2(aq) + CO_2(d) \rightarrow$ $\rightarrow CaCO_3(k) + H_2O(s)$	Gaisrams gesinti, gazuotų gėrimų gamybai; sausasis ledas – greitai gendantiems produktams pervežti ir laikyti

Bandymas. Į kalkių vandenį mėgintuvėlyje pro vamzdelį pūskite orą (iškvepiamame ore yra daug CO_2) ir stebėkite, kaip jis drumsčiasi, kaip iš pradžių pamažu iškrinta nuosėdos ir vėliau jos išnyksta.

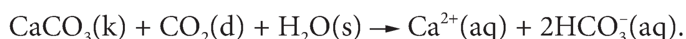




Mėgintuvėlyje vyksta šios reakcijos:



$$Ca^{2+}(aq) + 2OH^{-}(aq) + CO_2(d) \rightarrow CaCO_3(k) + H_2O(s),$$



$$CaCO_3(k) + CO_2(d) + H_2O(s) \rightarrow Ca^{2+}(aq) + 2HCO_3^{-}(aq).$$

Kokie požymiai rodo, kad pirmoji reakcija įvyko?
Parašykite bendrąsias šių reakcijų lygtis.

CO_2 dujos atpažįstamos kalkių vandeniu (kalcio hidroksido tirpalu).

Pasitikrinkite žinias

1. Parašykite anglies monoksido ir anglies dioksido molekulines formules ir nurodykite anglies oksidacijos laipsnius.

2. Parašykite vanadžio(V) oksido ir geležies(III) oksido reakcijų su anglies(II) oksidu lygtis.

a) Pavaizduokite elektronų šuolius (perėjimą), nurodykite, kas oksidavosi ir kas redukavosi.

b) Kokios tai reakcijos (jungimosi, pavadavimo, oksidacijos ir redukcijos, mainų)?

3. Parašykite reakcijų, kurioms vykstant galimi šie virsmai, lygtis:

$$C \rightarrow CO_2 \rightarrow CaCO_3.$$

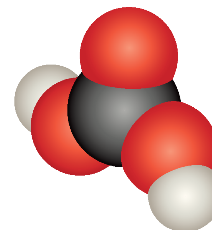
4. 120 g klinčių, kuriose yra 5 % priemaišų, suskaidoma vykdant tokią reakciją:



$$CaCO_3(k) \rightarrow CaO(k) + CO_2(d).$$

Apskaičiuokite, kokį kiekį (moliais) ir tūrį (n. s.) anglies dioksido galima gauti.

5.3. Anglies rūgštis ir jos druskos


Anglies rūgšties molekulės modelis

Anglies rūgštis H_2CO_3 yra silpna dvibazė rūgštis. Susidarydama tirpale, ji jonizuojasi:



$$CO_2(d) + H_2O(s) \rightleftharpoons H_2CO_3(aq) \rightleftharpoons H^+(aq) + HCO_3^-(aq).$$

Anglies rūgšties druskos vadinamos **karbonãtais**.

Svarbiausios anglies rūgšties druskos

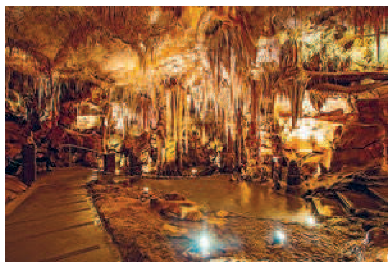
Pavadinimas	Formulė	Naudojimas
Natrio karbonatas (kalcinuotoji soda)	Na_2CO_3	Muilo, stiklo gamybai, tekstilės ir naftos perdirbimo pramonėje
Natrio-vandenilio karbonatas (geriamoji soda)	$NaHCO_3$	Gesintuvams pripildyti, medicinoje, konditerijoje
Kalcio karbonatas (klinties, kalkakmenio, kreidos, marmuro pagrindinė sudedamoji dalis)	$CaCO_3$	Dirvai nurūgštinti, negesintoms kalkėms gaminti; kreida ir marmuras – statybose; kaip užpildai gaminant plastikus, sintetines grindų dangas, vaistus
Kalio karbonatas (potašas)	K_2CO_3	Stiklo gamybai

Šarminių metalų karbonatai gerai tirpsta vandenyje. Jų yra sūriųjų ežerų, mineralinių šaltinių vandenyje. IIA grupės metalų karbonatai netirpūs vandenyje. Gamtoje jie sudaro įvairius mineralus, pavyzdžiui, kalcitą $CaCO_3$, dolomitą $MgCO_3 \cdot CaCO_3$. Svarbiausi klinties telkiniai Lietuvoje yra Naujõsios Akmẽnės regione (sluoksniai aptinkami arčiausiai Žemės paviršiaus).

Anglies rūgšties druskų (karbonatų ir vandenilio karbonatų) cheminės savybės

Savybės	Reakcijos lygtis	Pastabos
Kaitinamos skyla	$CaCO_3(k) \xrightarrow{t} CaO(k) + CO_2(d)$	Išimtis – šarminių metalų karbonatai (skyla tik ličio karbonatas).
	$2NaHCO_3(k) \xrightarrow{t} Na_2CO_3(aq) + H_2O(s) + CO_2(d)$	Taip veikia geriamoji soda kildinant kepinius.
Reakcija su rūgštimis	$CaCO_3(k) + 2HCl(aq) \rightarrow CaCl_2(aq) + H_2O(s) +$ $+ CO_2(d)$	Audringai skiriasi anglies(IV) oksidas. Tai karbonatų atpažinimo reakcija ir laboratorinis anglies dioksido gavimo būdas.
	$CaCO_3(k) + H_2O(s) + CO_2(d) \rightarrow Ca(HCO_3)_2(aq)$	Susidaro tirpus vandenilio karbonatas. Šiai reakcijai vykstant gamtoje, vanduo įgyja karbonatinį (laikinąjį) kietumą.
Šarminių metalų-vandenilio karbonatai reaguoja su šarmais	$NaHCO_3(aq) + NaOH(aq) \rightarrow Na_2CO_3(aq) +$ $+ H_2O(s)$	Vyksta neutralizacijos reakcija.
Tirpūs karbonatai reaguoja su tirpiomis druskomis	$Na_2CO_3(aq) + CaCl_2(aq) \rightarrow CaCO_3(k) + 2NaCl(aq)$	Tarp jonų vyksta mainų reakcija, susidaro netirpūs karbonatai. Tai viena iš karbonato jono atpažinimo reakcijų.
Tirpiems karbonatams reaguojant su vandeniu, atsiranda hidroksido jonų	$2Na^+(aq) + CO_3^{2-}(aq) + H_2O(s) \rightarrow HCO_3^-(aq) +$ $+ 2Na^+(aq) + OH^-(aq)$	Tirpių karbonatų tirpalams būdinga šarminė reakcija.

Išanalizuokite lentelėje pateiktas reakcijas ir atsakykite į klausimus:
Iš kokių medžiagų galite gauti anglies(IV) oksidą?
Kaip įrodytumėte, kad vandeniniame natrio karbonato tirpale yra hidroksido jonų?


Stalaktitai


Stalagmitai

Tai įdomu

Susipažinus su anglies rūgšties druskų savybėmis, paaiškėja, kaip gamtoje atsiranda urvų, kuriuose galima aptikti iš kalkakmenio susidariusių **stalaktìtų** ir **stalagmìtų** (gr. *stalaktos* – varvantis, *stalagma* – lašas).
Lietaus vanduo dėl jame ištirpusio CO_2(d) yra šiek tiek rūgštus. Jį galime laikyti anglies rūgšties H_2CO_3 tirpalu. Silpnai rūgštus gamtinis vanduo, sunkdamasis pro kalkakmenio klodus, per milijonus metų išgraužia didžiulius urvus – netirpų kalcio karbonatą $CaCO_3$ paverčia tirpiu kalcio-vandenilio karbonatu $Ca(HCO_3)_2$. Toks procesas yra labai lėtas, tačiau, daugelį metų lašant $Ca(HCO_3)_2$ tirpalui nuo urvo lubų, susidaro varveklio pavidalo karbonatiniai dariniai, vadinami stalaktitais.
Dalis tirpalo spėja nukristi, todėl skilimo reakcija vyksta ir ant urvo grindų – formuojasi „atvirkščias varveklis“, vadinamas stalagmitu. Jis susidaro dėl to, kad, garuojant vandeniui ir išsiskiriant CO_2 dujoms, $Ca(HCO_3)_2$(aq) skyla ir vėl susidaro $CaCO_3$(k).
Stalaktitai ir stalagmitai ilgainiui susijungia ir iš kalkakmenio (klinties) susiformuoja labai įspūdingos kolonos.

Parašykite reakcijų, kurios vyksta gamtoje susidarant stalaktitams ir stalagmitams, lygtis.

Tai įdomu

Prieš milijonus metų šis medžio rąstas buvo atneštas potvynių vandens ir palaidotas dumblo, smėlio ir jūros nuosėdose tūkstančio pėdų gylyje. Mineralų gausus gruntinis vanduo užpildė visus sumedėjusius mikroskopinio dydžio audinius. Rąstas ilgainiui virto akmeniu. Akmens spalvas lėmė geležies ir mangano oksidai.


Medžiai akmenys (nuotrauka daryta Nevados valstijos (JAV) dykumoje)

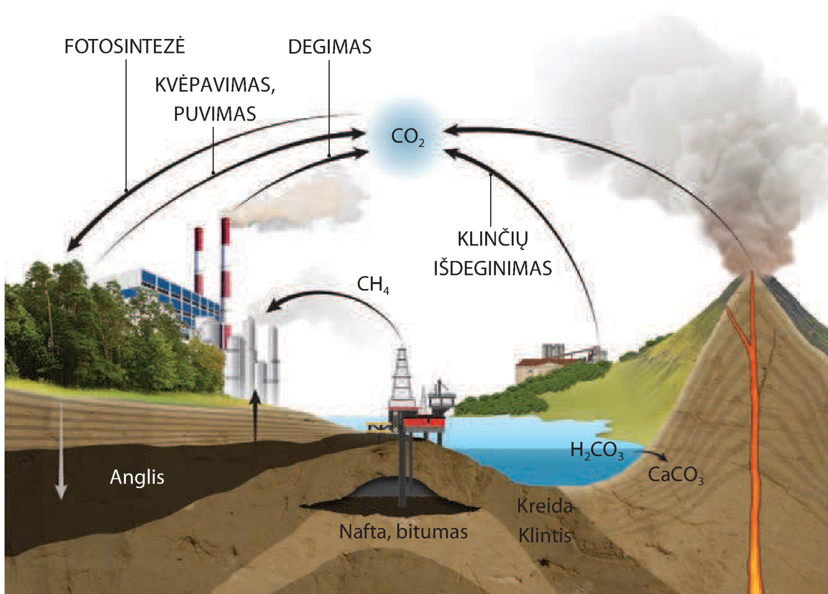
5.4. Anglies apytaka gamtoje

Anglies apytakoje dalyvauja tik kelios dešimtosios dalys procento visų Žemėje esančių anglies išteklių. Anglies(IV) oksidas yra labai svarbi anglies ciklo dalis, nors jis sudaro labai mažą dalį, vos 0,03 %, atmosferos (pagal tūrį).

Pasekę anglies(IV) oksido kitimą gamtoje, pamatysite, kad vėl grįžtame prie pradinio junginio – anglies(IV) oksido. Fotosintezės metu anglis iš atmosferoje esančio CO_2 pereina į augalus, iš augalų – į gyvūnų organizmą, jame virsta anglies(IV) oksidu ir per kvėpavimo organus vėl grįžta į atmosferą.

Gyvūnų ir augalų liekanos per milijonus metų iš dalies virsta degiomis iškasenomis: akmens anglimis, nafta, gamtinėmis dujomis. Deginant kurą, jame esanti anglis virsta anglies(IV) oksidu ir vėl grįžta į atmosferą. Tačiau gamtoje būna ir išimčių, kai kurie medžiai virsta akmenimis.

Anglies(IV) oksidas į atmosferą grąžinamas dūlėjant mineralams ir uolienoms, veržiantis ugnikalniams, yrant organinėms liekanoms. Tačiau daug jo sunaudojama fotosintezei. Kuo daugiau anglies(IV) oksido yra atmosferoje, tuo aktyvesnė fotosintezė.



Anglies apytaka

Nors anglies dioksidas yra nenuodingas, jis priskiriamas prie atmosferą teršiančių medžiagų. Atmosferą galima palyginti su milžinišku šiltnamiu, kuriame temperatūra yra aukštesnė nei išorėje.

Atmosferos CO_2 (ir kitų dujų) poveikis Žemės paviršiaus temperatūrai vadinamas **šil̃tnamio efektù**.

Deginant kurą, į atmosferą kasmet išmetama apie $(15–20) \cdot 10^9$ t anglies dioksido, t. y. 6–10 % to kiekio, kuris susidaro gamtoje vykstančiuose procesuose. Svarbiausia, kad išskiriamo į atmosferą CO_2 kiekis didėja. Anglies dioksidas CO_2 nėra vienintelės šiltnamio efektą sukeliančios dujos. Angliavandeniliai C_xH_y, ozonas O_3, azoto(I) oksidas N_2O, patenkantys į orą dėl to, kad automobilių varikliuose ne iki galo sudega benzinas, taip pat sugeria Saulės spinduliuotę ir sulaiko nuo Žemės paviršiaus atsispindėjusią spinduliuotę, t. y. šilumą.

Visų išvardytų dujų kiekio padidėjimas atmosferoje gali sutrikdyti šiluminę pusiausvyrą Žemėje. Nuo XIX a. dėl žmonių veiklos CO_2 koncentracija padidėjo 11 %, o atmosferos temperatūra pakilo 1 °C.

Anglies dioksidas kaupiasi atmosferoje ir dėl atogrąžų miškų naikinimo, pūvant organiniams junginiams, kvėpuojant gyviesiems organizmams, metanas – dėl plėtojamos gyvulininkystės, ryžių augimo, pelkėse pūvant organinėms medžiagoms (augalų ir gyvūnų liekanoms. Didėjant anglies dioksido kiekiui atmosferoje, vyksta įvairūs neigiami procesai: rūgštėja vandenynai, sutrinka anglies apytaka.


Šiltnamio efektas

6 praktikos darbas. Anglies(IV) oksido gavimas, jo savybių tyrimas. Karbonatų savybės

Pasinaudokite „Patarimais, kaip atlikti praktikos darbą“ (žr. p. 28).

Užduotys

1. Atlikdami bandymą, gaukite anglies(IV) oksidą.
2. Ištirkite anglies(IV) oksido sąveiką su bazėmis.
3. Ištirkite karbonatų sąveiką su rūgštimis.

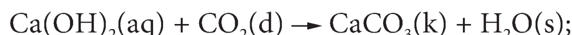
Pasitikrinkite žinias

1. Penkiuose mėgintuvėliuose yra šių medžiagų tirpalų: natrio hidroksido, kalcio hidroksido, vandenilio chlorido rūgšties, magnio chlorido, kalio nitrato. Į kiekvieną įpilta sodos Na_2CO_3 tirpalo.
a) Kuriuose mėgintuvėliuose vyks cheminės reakcijos (pasinaudokite rūgščių, bazių ir druskų tirpumo lentele)?
b) Parašykite vykstančių reakcijų bendrąsias ir jonines lygtis.
2. Parašykite šių virsmų bendrąsias reakcijų lygtis:



$$Ca(OH)_2 \rightarrow CaCO_3 \rightarrow Ca(HCO_3)_2 \rightarrow CaCO_3.$$

3. Remdamiesi anglies apytakos paveikslu (p. 95), parašykite gamtoje vykstančių cheminių reakcijų lygtis.
4. Yra 20 g 4 % kalcio hidroksido tirpalo. Apskaičiuokite, kokį tūrį anglies(IV) oksido reikia perleisti šiuo tirpalu, kad susidariusios nuosėdos ištirptų. Reakcijų lygtys:



$$Ca(OH)_2(aq) + CO_2(d) \rightarrow CaCO_3(k) + H_2O(s);$$



$$CaCO_3(k) + H_2O(s) + CO_2(d) \rightarrow Ca(HCO_3)_2(aq).$$

5. Suskaidžius 24,8 g $CaCO_3$, gauta 13,1 g kalcio oksido CaO. Reakcijos lygtis:



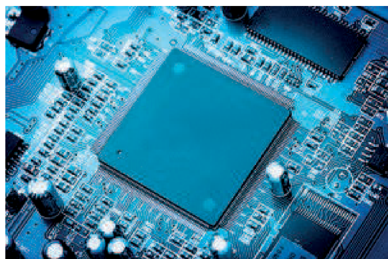
$$CaCO_3(k) \rightarrow CaO(k) + CO_2(d).$$

Apskaičiuokite kalcio oksido išeigą.
6. Paaiškinkite fotosintezės esmę. Nurodykite pagrindines sąlygas, kuriomis anglis iš atmosferos pereina į augalus.

5.5. Silicis ir jo oksidas

Silicis

Silicis yra pilki, metalinio blizgesio, kieti, trapūs, stiklą rėžiantys kristalai. Jie turi puslaidininkių savybių. Iš silicio gaminami integriniai grandynai, naudojami šiuolaikinėje elektronikoje, pavyzdžiui, saulės baterijose, kompiuteriuose, laikrodžiuose.



Silicio atomas turi keturis nesuporuotus elektronus: ·Si· (su po vieną elektroną žyminčiu tašką iš keturių pusių)
Junginiuose silicis yra keturvalentis.

Paplitimas gamtoje

Silicis yra antras pagal paplitimą gamtoje elementas. Jis sudaro apie 27 % Žemės plutos masės. Gryno silicio gamtoje nerandama, tačiau

aptinkama daug gamtinių jo junginių: 12 % – silicio(IV) oksido SiO_2 pavidalo (mineralas kvarcas), 75 % – silikatų pavidalo (feldšpatas, žėrutis, molis).

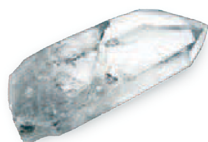
Mūsų organizme silicio yra skydliaukėje, antinksčiuose ir hipofizėje. Silicio junginių turi ir visi augalai bei gyvūnai. Augalai šiuos junginius ima iš dirvožemio, o gyvūnai gauna su augaliniu maistu.

Kvárcas yra silicio(IV) oksido (silicio dioksido) mineralas. Smulkūs kvarco grūdeliai – paprastas smėlis. Švarus jis būna baltas, o nudažytas geležies junginių – geltonas. Kvarco spalvą – nuo tamsiai juodos iki bespalvės – lemia jame esančios priemaišos.

Smėlis

Kvarco kristalai turi daug atmainų. Jos vadinamos pagal kristalų spalvą:

a)



kalnų krištolas – skaidrus, bespalvis kvarcas;

b)



dulsvasis kvarcas – pilkas, skaidrus;

c)



rožinis kvarcas – rausvas, pusiau skaidrus;

d)



ametistas – violetinės spalvos skaidri kvarco atmaina;

e)



agatas – koncentriškai juostuota, neskaidri kvarco atmaina;

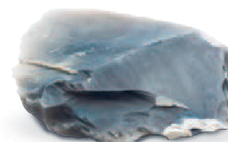
f)



jaspis – neskaidrus chalcedonas (kvarco atmaina) su priemaišomis.

Kvarco kristalai naudojami juvelyriniams dirbiniams ir laikrodžių ašelių lizdams gaminti. Kalnų krištolas praleidžia ultravioletinius spindulius, dėl to naudojamas optiniuose prietaisuose.

Daug silicio yra **tìtnage**, iš kurio 1823 m. švedų mokslininkas Jensas Jakobas Berselijus (*Berzelius*, 1779–1848) ir išgavo šį elementą (lot. *silex* – kietas akmuo, titnagas). Titnagas – kieta, nuosėdinė uoliena, kurios pagrindinis cheminis junginys yra silicio dioksidas SiO_2. Titnago spalva būna tamsiai pilka, juoda, melsva arba tamsiai ruda, tačiau pasitaiko ir baltos spalvos atmainų.



Titnagas

Titnago cheminė sudėtis (%)

SiO_2	CaO	Al_2O_3	Fe_2O_3	MgO
85,5–90,7	3,8–4,7	1,24	1,4–1,8	0,76

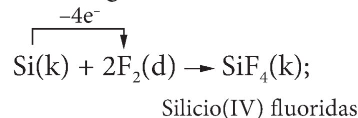
Iš šios uolienos žmonės nuo seno gamino įvairiausius įnagius: ietigalius, gremžtukus, kirvukus ir pan. Įvairių laikotarpių titnago įnagių randama Lietuvõs pirmųjų gyventojų stovyklavietėse. Titnago randama ir Lietuvojè. Jis labiausiai paplitęs pietinėje šalies dalyje.

Tai įdomu

Liaudies medicinoje teigiama, kad titnagas aktyvina vandenį, suteikia jam gydomųjų savybių, malonų skonį ir gaivumą. Titnagu aktyvintas vanduo yra švarus, ilgai negenda. Žmonės nuo senų laikų titnagu išklodavo šulinių dugną.

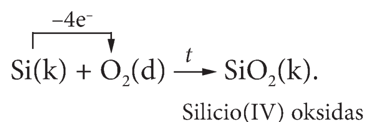
Silicio cheminės savybės

Silicis yra inertiškas ir įprastomis sąlygomis reaguoja tik su fluoru, o aukštoje temperatūroje – su deguonimi:



$$\overset{-4e^-}{Si(k) + 2F_2(d) \rightarrow SiF_4(k);}$$

Silicio(IV) fluoridas



$$\overset{-4e^-}{Si(k) + O_2(d) \xrightarrow{t} SiO_2(k).}$$

Silicio(IV) oksidas

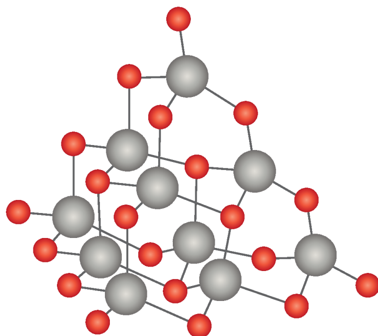


Kas šiose reakcijose yra oksidatorius, kas – reduktorius?

Silicis gaunamas, kaitinant švaraus smėlio (SiO_2) ir magnio miltelių mišinį:



$$2Mg(k) + SiO_2(k) \xrightarrow{t} 2MgO(k) + Si(k).$$



Silicio(IV) oksidas

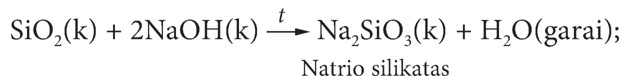
Silicio(IV) oksido empirinė formulė yra SiO_2. Šios kristalinės medžiagos kiekvienas Si atomas yra susijungęs su keturiais O atomais, o kiekvienas O atomas – su dviem silicio atomais. Kovalentiniai ryšiai silicio(IV) okside veikia ne tarp kelių atomų, bet apima milžinišką skaičių Si ir O atomų.



Kiek bendrų elektronų porų sudaro kiekvienas silicio atomas silicio(IV) oksido kristale?
Kiek bendrų elektronų porų sudaro kiekvienas deguonies atomas?

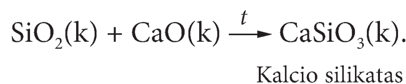
Silicio(IV) oksido aukšta lydymosi temperatūra, pavyzdžiui, smėlio ji yra apie 1500 °C.

SiO_2 – silpnai rūgštinis oksidas, lėtai reaguojantis su stipriomis bazėmis ir sudarantis su jomis druskas, vadinamas **silikātais**:



$$SiO_2(k) + 2NaOH(k) \xrightarrow{t} Na_2SiO_3(k) + H_2O(garai);$$

Natrio silikatas

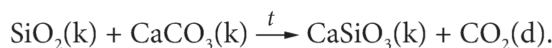


$$SiO_2(k) + CaO(k) \xrightarrow{t} CaSiO_3(k).$$

Kalcio silikatas

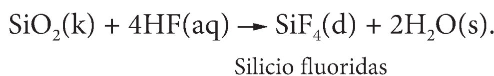
Pastaroji reakcija yra viena iš tų, kurios vyksta kietėjant tinkui.

Aukštesnėje temperatūroje SiO_2 išstumia iš druskų lakesnius rūgštinius oksidus, pavyzdžiui,



$$SiO_2(k) + CaCO_3(k) \xrightarrow{t} CaSiO_3(k) + CO_2(d).$$

Silicio(IV) oksidas reaguoja su vandenilio fluoridu (todėl šios rūgšties negalima laikyti stikliniuose induose):



$$SiO_2(k) + 4HF(aq) \rightarrow SiF_4(d) + 2H_2O(s).$$

Silicio fluoridas

Pasitikrinkite žinias

1. Silicis ir anglis yra IVA grupės elementai.
a) Remdamiesi atomų sandara, paaiškinkite, kodėl anglis ir silicis yra toje pačioje periodinės cheminių elementų lentelės grupėje.
b) Kodėl anglis yra aktyviausias IVA grupės elementas.
2. Kokios silicio savybės taikomos technikoje?
3. Apibūdinkite silicio(IV) oksidą, nurodydami jo: a) fizikines savybes; b) struktūrą; c) chemines savybes.
4. Silicio dioksidui reaguojant su anglimi, gaunamas silicio karbidas SiC ir anglies monoksidas CO.
a) Parašykite reakcijos lygtį.
b) Nustatykite anglies ir silicio oksidacijos laipsnius ir paaiškinkite oksidacijos ir redukcijos procesus.
5. Parašykite cheminių reakcijų, kurioms vykstant galimi šie virsmai, lygtis: $Si \rightarrow SiO_2 \rightarrow Si$.
6. Duoti trys mėgintuvėliai, kurių viename yra kvarcinio smėlio SiO_2, kitame – gesintų kalkių $Ca(OH)_2$, trečiame – klinties $CaCO_3$. Atpažinkite kiekvieną medžiagą. Parašykite atitinkamas reakcijų lygtis.

5.6. Silicio rūgštis ir silikatai

Silicio rūgštis

Silicis sudaro keletą rūgščių. Paprasčiausia – silicio rūgštis H_2SiO_3, nors jos sandara gana sudėtinga. Silicio oksidacijos laipsnis rūgštyse yra +4. Skirtingai negu daugelis kitų rūgščių, silicio rūgštis negaunama iš silicio(IV) oksido, nes jis nereaguoja su vandeniu. Silicio rūgštį galima gauti iš tirpių jos druskų – kalio ar natrio silikatų (K_2SiO_3, Na_2SiO_3), veikiant jas stipresnėmis rūgštimis:

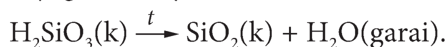


$$Na_2SiO_3(aq) + 2HCl(aq) \rightarrow H_2SiO_3(k) + 2NaCl(aq).$$



Ar galima silicio rūgštį atpažinti lakmuso popierėliu?

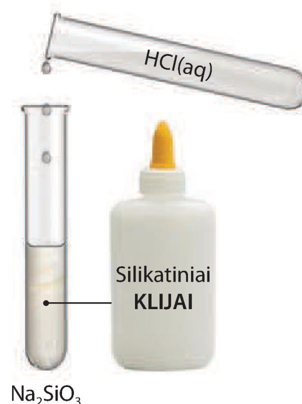
Silicio rūgštis H_2SiO_3 labai silpna, silpnesnė net už anglies rūgštį H_2CO_3. Kaitinama ji greitai skyla:



$$H_2SiO_3(k) \xrightarrow{t} SiO_2(k) + H_2O(garai).$$



Bandymas. Iš natrio silikato Na_2SiO_3 laboratorijoje pasigaminkite silicio rūgšties. Vandeninis natrio silikato tirpalas vadinamas silikatiniais klijais arba tirpiuoju stiklu. Į mėgintuvėlį įpilkite silikatinių klijų ir po truputį lašinkite druskos rūgšties tirpalo. Stebėkite, kaip susidaro skaidrūs drebučiai (silicio rūgštis).



Silikatai

Labai svarbi silicio junginių klasė yra **silikãtai**. Taip vadinamos silicio rūgšties druskos. Jūs jau susipažinote su natrio ir kalio silikatais. Jie vadinami tirpiaisiais silikatais.

Silikatai įeina į mineralų (feldšpato, žėručio, molio) sudėtį. Tai gamtiniai silikatai. Jų sudėtis ir struktūra labai sudėtinga, o formulės dažnai reiškiamos metalų bei silicio oksidų ir vandens molekulių santykiu.

Feldšpatas (lauko špatas)	Žėrutis	Asbestas	Kaolinitas (molis)
$K_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2$	$K_2O \cdot 3Al_2O_3 \cdot 6SiO_2 \cdot 2H_2O$	$3MgO \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$	$Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$
Vulkaninės kilmės silikatų klasės mineralas, sudarantis 60 % Žemės plutos; naudojamas stiklo ir keramikos pramonėje, cemento ir betono gamybai, taip pat kaip keramikos glazūra.	Chemiškai atsparus mineralas, naudojamas gaminant įvairius izoliatorius; skaidrus naudojamas vietoj stiklo, ypač kai reikia didelio atsparumo aukštai temperatūrai.	Pluoštinis mineralas, atsparus ugniai, rūgštims, šarmams, geras šilumos, garso ir elektros izoliatorius; dėl savo techninių savybių anksčiau plačiai naudotas statybose, o dabar nenaudojamas, nes įkvėptos jo skaidulos lyg adatėlės susminga į kvėpavimo takų audinį ir sukelia įvairias ligas.	Vienas labiausiai paplitusių mineralų, kurio sudėtyje yra 21,7 % silicio, 20,9 % aliuminio, 55,8 % deguonies ir 1,5 % vandenilio; naudojamas porceliano ir keramikos pramonėje, taip pat kaip statybinė medžiaga.

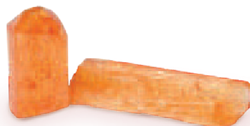
Kai kurie silikatų mineralai yra skaidrūs gražios spalvos kristalai, dalis jų – brangakmeniai (granatas, topazas, smaragdas ir kt.), naudojami kaip papuošalai.

a)



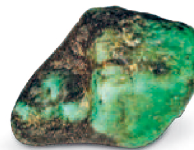
Granatas būna įvairių spalvų, jo cheminė formulė $Fe_3Al_2(SiO_4)_3$.

b)



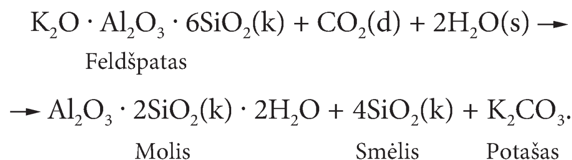
Topazas, jo cheminė formulė $(AlF)_2SiO_4$.

c)



Smaragdas, jo cheminė formulė $Be_3Al_2(SiO_3)_6$.

Silikatus, įeinančius į gamtinių mineralų sudėtį, nuolat veikia anglies(IV) oksidas ir vanduo, dėl to mineralai ỹra, dūlėja. Yrant uolienoms, susidaro molis, smėlis (baltasis smėlis) ir druskos:



$$\underset{\text{Feldšpatas}}{K_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2(k)} + CO_2(d) + 2H_2O(s) \rightarrow$$

$$\rightarrow \underset{\text{Molis}}{Al_2O_3 \cdot 2SiO_2(k) \cdot 2H_2O} + \underset{\text{Smėlis}}{4SiO_2(k)} + \underset{\text{Potašas}}{K_2CO_3}.$$

Pasitikrinkite žinias

1. Apibūdinkite silicio paplitimą gamtoje. Pagrindinių gamtinių silikatų sudėtį išreikškite metalų bei silicio oksidų ir vandens formulėmis.
2. Kaip iš silicio gauti silicio rūgštį H_2SiO_3? Sudarykite planą ir parašykite bendrąsias reakcijų lygtis.
3. Kaip iš šių medžiagų: baltojo smėlio SiO_2, natrio hidroksido NaOH ir druskos rūgšties HCl(aq), gauti silicio rūgštį? Parašykite bendrąsias reakcijų lygtis.
4. Kurios silicio rūgšties druskos tirpsta vandenyje ir kaip jos vadinamos?
5. Apskaičiuokite, kokia masė silicio(IV) oksido, turinčio 0,2 masės dalis priemaišų, sunaudojama 6,1 kg natrio silikato gauti. Reakcijos lygtis:



$$2NaOH(k) + SiO_2(k) \rightarrow Na_2SiO_3(k) + H_2O(garai).$$

6. Kaip kinta feldšpatas, veikiamas oro ir vandens?

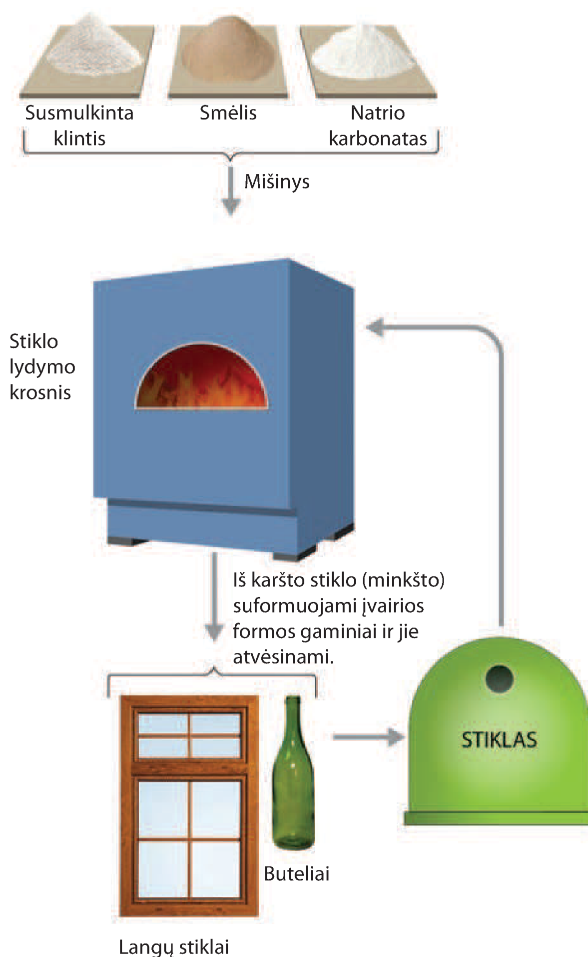
5.7. Silikatų pramonė

Silikatų pramonė – tai stiklo, keramikos ir statybinių medžiagų gamyba naudojant gamtinius silikatus.

Stìklas gali būti kelių rūšių. Pagrindinė jo gamybos žaliava yra smėlis SiO_2. Paprastas stiklas gaminamas iš kvarcinio smėlio SiO_2, kalcinuotosios sodos Na_2CO_3 ir susmulkintos klinties $CaCO_3$. Šios medžiagos sumaišomos ir kaitinamos krosnyje iki 1500 °C temperatūros. Karbonatai krosnyje skyla į išsilydžiusių oksidų mišinį. Aušinamas šis mišinys klampėja, kol galiausiai virsta kietąja medžiaga – stiklu.

Vėstant susiformuoja didžiulė netaisyklinga struktūra, sudaryta iš silicio ir deguonies atomų su įstrigusiais natrio ir kalcio jonais.

Stiklas yra amorfinė kietoji medžiaga. Jos sudėtį galima išreikšti tokia paprasčiausia formule: $Na_2O \cdot CaO \cdot 6SiO_2$. Kol stiklas yra dar minkštas, iš jo galima formuoti (išpūsti) įvairios formos gaminius: butelius, stiklainius ir pan. Taip pat jį galima atvėsinti suteikus plokštės pavidalą ir pritaikyti langų gamybai.



Atskirta nuo kitų atliekų ir išrūšiuota stiklo pakuotė (žalia, ruda, skaidri) yra puiki žaliava naujos stiklo pakuotės gamybai.



Krištolo gaminys



Spalvotojo stiklo gaminys



Kaolinas (baltasis molis)

Į stiklą pridedant švino ar bario oksidų, gaunamas **krìštolas**, o įmaišant spalvotų oksidų (vario, nikelio, chromo ir kitų) – **spalvótasis stìklas**. Pavyzdžiui, chromo(III) oksidas nudažo stiklą žaliai, kobalto(II) oksidas – mėlynai, mangano(IV) oksidas – rausvai violetine spalva ir t. t. Kvarcinis stiklas gaminamas iš gryno silicio dioksido. Šis stiklas ypatingas tuo, kad smarkiai įkaitintas ir staigiai atšaldytas nesutrūkinėja. Todėl iš jo gaminami laboratoriniai indai, be to, jis gerai praleidžia ultravioletinius spindulius. Sunkialydis stiklas gaminamas, vietoj sodos naudojant potašą (kalio karbonatą K_2CO_3). Iš įvairių rūšių stiklo gaminama stiklo vata, stiklo pluoštas.

Lietuvõs stiklo pramonėje naudojamas Anykščių smėlis, turintis daugiau kaip 90 % kvarco. Tai labai vertinga žaliava.

Kerãmika (gr. *keramikē* (*technē*) < *keramos* – molis) – tai degti moliniai dirbiniai. Jie yra kieti, poringi, stiprūs gniuždant, bet trapūs. Pagrindinė keramikos žaliava yra molis, savo sudėtyje turintis kaolino $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$.

Įmaišius į molį nedaug vandens, gaunama plastiška tešla. Iš šlapio molio lengva suformuoti įvairius gaminius, nes maži jo kristalai lengvai juda vienas kito atžvilgiu. Suformuoti gaminiai dailinami, apdorojami mechaniškai ir prieš degimą džiovinami. Moliui sudžiūvus, forma išlieka – plokštelinės struktūros kristalai sulimpa vienas su kitu, o, molį išdegus, sutvirtėja. Molis kaitinamas 1500 °C ar net aukštesnėje temperatūroje, vyksta daugybė cheminių reakcijų.

Pagal paskirtį keramika skirstoma į:

- statybinę (plytos, čerpės, drenažo vamzdžiai),
- apdailos (apdailos plytos, plytelės, kokliai),
- dailiąją (indai, meno dirbiniai ir pan.).



Molinė stogų čerpė



Kokliai

Tai įdomu

Pavadinimas „kaolinas“ yra kilęs iš Kao Lingo kalno Pietų Kìnijoje pavadinimo (Kao Ling – aukštas kalnagūbris). Vietovėje, kurioje yra šis kalnas, aptikta aukštos kokybės seniausių baltojo porceliano gaminių.
Šiuo metu kaolinu vadinamas baltasis molis. Tai švelniausias iš visų rūšių molių. Balta šilkinė jo pudra puikiai tinka prausiklių, šveitiklių ir muilų, taip pat skutimosi putų gamybai.


Porceliano dirbiniai


Fajansinis arbatinis

Plačiai žinomi iš baltojo molio (kaolino), kvarco ir feldšpato padaryti porceliano dirbiniai. Fajanso dirbiniams naudojamos tos pačios žaliavos, skiriasi tik gamybos technologija. Porcelianą pirmieji pagamino kinai, o fajansą – italai.

Keraminių medžiagų taikymas šiuolaikinėje technikoje pagrįstas šiomis keramikos savybėmis: nelaidi elektros srovei, t. y. geras elektros izoliatorius, atspari aukštai temperatūrai. Turint galvoje keraminių medžiagų naudojimą, kartais juokaujama, kad artėja „naujasis akmens amžius“.

AB „Dvarčionių keramika“ yra didžiausia ir moderniausia plytelių gamintoja Báltijos šalyse.

Stiklo ir keramikos savybių palyginimas

Medžiagų panašumai	Medžiagų skirtumai
• ryšiai milžiniškose struktūrose yra kovalentiniai • atsparios korozijai ir aukštai temperatūrai • kietos ir nesilankstančios • yra geri elektros izoliatoriai	• stiklas dažniausiai yra permatomas, keramika – nepermatoma • stiklo lydymosi temperatūra žemesnė negu keramikos

Padiskutuokite, kodėl stiklas ir keramika yra panašūs, nuo ko tai priklauso.
Ar galima iš panaudoto stiklo gaminti naujus stiklo gaminius?
Kokia yra surenkamo stiklo nauda?

Cemeñtas – pagrindinė statybinė medžiaga – gaminamas iš molio, turinčio daug silicio dioksido, klinties. Šis mišinys kruopščiai sumaišomas ir išdeginamas degimo krosnyse. Aukštoje temperatūroje tarp molio ir klinties vyksta sudėtingos reakcijos.

Tai įdomu

Keramika – viena seniausių taikomosios dekoratyvinės dailės šakų. Jos kilmė siekia priešistorinius laikus. Lietuvõs teritorijoje moliniai indai buvo naudojami jau 4 tūkstantmetyje iki Kr. Iki X a. puodai buvo lipdomi rankomis, įspaudžiant ornamentus. Išdegtas molinis gaminys dažniausiai dengiamas glazūra (ištepamas stiklo milteliais) ir vėl kaitinamas. Reakcijos, įvykusios glazūroje, gaminį padaro nelaidų vandeniui.


Keraminiai gaminiai yra geri elektros izoliatoriai.



Lietuvojè cementą gamina viena didžiausių Báltijos šalyse ir vienintelė Lietuvojè cemento gamykla AB „Akmēnės cementas“. Per metus ji pagamina daugiau nei milijoną tonų cemento.

Cementas (kaip galutinis produktas smulkių miltelių forma) gaunamas sumalant pagrindinį cemento gamybos pusfabrikatį klinkerį tam tikru malimo įrenginiu – cemento malūnu.

Cemento, vandens, smėlio ir žvyro mišinys vadinamas betonu, o betonas su geležine armatūra (virbais) – gelžbetoniu.

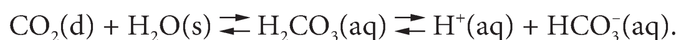
Pasitikrinkite žinias

1. Kokios žaliavos naudojamos paprasčiausio stiklo gamybai? Parašykite jų formules.
2. Kokie gaminiai gaunami, pridėjus į stiklą švino ar bario oksidų?
3. Kaip gaunamas spalvotasis stiklas?
4. Kur Lietuvojè gaminamas cementas?
5. Kokios medžiagos naudojamos porcelianinių dirbinių gamybai?
6. Palyginkite stiklo ir keramikos savybes. Nurodykite jų panašumus ir skirtumus.

7. Apibūdinkite cemento gamybą, naudojimą ir savybes, kuriomis pagrįstas jo naudojimas.
8. Kokiomis molio savybėmis pagrįsta keramikos gamyba?

Apibendrinimas

- Anglies atomo sandara yra ypatinga – atomas turi keturis nesuporuotus elektronus.
- Iki užpildyto elektroninio sluoksnio anglies atomui trūksta 4 elektronų.
- Sudarydama cheminius ryšius, anglis gali atiduoti arba prisijungti 4 elektronus.
- Anglis paprastai sudaro kovalentinius junginius, kuriuose jos oksidacijos laipsnis gali būti +4 ir –4.
- Anglies atomai gali įvairiai jungtis tarpusavyje ir sudaryti alotropines atmainas, kurios skiriasi viena nuo kitos tiek sandara, tiek savybėmis.
- Su deguonimi anglis sudaro du oksidus: anglies(II) oksidą CO ir anglies(IV) oksidą CO_2.
- Anglies rūgštis H_2CO_3 yra silpna dvibazė rūgštis. Susidarydama tirpale, ji jonizuojasi:



$$CO_2(d) + H_2O(s) \rightleftharpoons H_2CO_3(aq) \rightleftharpoons H^+(aq) + HCO_3^-(aq).$$

- Anglies rūgšties druskos vadinamos karbonatais. Svarbiausios iš jų yra Na_2CO_3, $NaHCO_3$, $CaCO_3$, K_2CO_3.
- Šarminių metalų karbonatai gerai tirpsta vandenyje. Jų yra sūriųjų ežerų, mineralinių šaltinių vandenyje.
- IIA grupės metalų karbonatai netirpūs vandenyje. Gamtoje jie sudaro įvairius mineralus, pavyzdžiui, kalcitą $CaCO_3$, dolomitą $MgCO_3 \cdot CaCO_3$.
- Atmosferos CO_2 (ir kitų dujų) poveikis Žemės paviršiaus temperatūrai vadinamas šiltnamio efektu.
- SiO_2 yra silpnai rūgštinis oksidas, lėtai reaguojantis su stipriomis bazėmis ir sudarantis su jomis druskas, vadinamas silikatais.
- Silicio rūgštis H_2SiO_3 yra labai silpna, silpnesnė net už anglies rūgštį H_2CO_3. Silicio rūgšties druskos vadinamos silikatais.
- Silikatų pramonė – tai stiklo, keramikos ir statybinių medžiagų gamyba naudojant gamtinius silikatus.

II dalis
Organinė chemija






Šioje vadovėlio dalyje

sužinosite,

- kurių junginių – organinių ar neorganinių – mus supančiame pasaulyje yra daugiau;
- koks yra svarbiausias visų organinių junginių cheminis elementas (C), kokių kitų elementų dažniausiai yra organinių junginių sudėtyje (H, O, N, S, P);
- kas lemia nepaprastai didelį (apie 50 milijonų!) organinių junginių skaičių;
- kokius ryšius su kitais atomais junginiuose sudaro anglis;
- kokios sudėties organinių junginių yra mūsų aplinkoje, mūsų organizme;
- į kokias klases skirstomi organiniai junginiai;
- kokios savybės būdingos tiems junginiams ir kaip tomis savybėmis galime pasinaudoti;
- kokių organinių junginių yra maisto medžiagose ir kokia jų reikšmė;
- kokių organinių junginių yra buityje naudojamose medžiagose, kurios iš jų yra naudingos, o kurios – pavojingos, nuodingos;
- kokie yra organinio kuro gamtiniai ištekliai;
- kaip organiniai junginiai veikia mūsų aplinką.

Išmoksite

- nagrinėti organinių junginių sudėtį, skirstyti juos į klases pagal tam tikrus kriterijus;
- numatyti junginių savybes;
- atpažinti kai kuriuos junginius jutimo organais ir atlikdami nesudėtingus bandymus (kokybines reakcijas);
- spręsti sudėtingesnius uždavinius.

Prisiminsite

- cheminius ryšius (kovalentinį polinį ir nepolinį);
- cheminės formulės ir cheminės lygties sąvokas;
- kaip sudaromos junginio formulės, kai yra žinoma jo kiekybinė cheminė sudėtis;
- uždavinių sprendimo pagal reakcijų lygtis būdus (metodus).



Įvadas

Anglies junginių pasaulis

Nagrinėjant VIII–X klasės chemijos kursą, daugiausia dėmesio buvo skiriama cheminėms medžiagoms, kurios sudaro negyvosios gamtos (negyvojo pasaulio) pagrindą. Šios medžiagos vadinamos **neorgãninėmis**, dažnai ir **minerãlinėmis** (pranc. *mineral* < lot. *minera* – rūda), nes nemaža dalis jų susidarė dėl Žemės plutoje vykstančių cheminių ir fizikinių procesų. Prisiminkime kai kurias iš tų medžiagų. Tai – junginiai, esantys Žemės plutoje (įvairios druskos, oksidai, hidroksidai, kiti sudėtingesni junginiai), medžiagos, iš kurių gaminama daug buitinių daiktų, statybinių gaminių, arba medžiagos, naudojamos maisto gamyboje, žemės ūkyje, medicinoje ir kt.

Kuo naudingos ir kur naudojamos šios medžiagos: $NaCl$, $NaHCO_3$, NH_4NO_3, K_2CO_3, $Ca(OH)_2$, $CaCO_3$, MgO? Atsakymų ieškokite chemijos vadovėlyje, internete, žinynuose. Pasidarykite sąsiuviniuose schemą (minčių žemėlapį) apie šių medžiagų naudojimą.

Antrojoje vadovėlio dalyje susipažinsite su junginiais, kurių svarbiausias cheminis elementas yra **anglì̀s**. Ji sudaro junginio „stuburą“. Beje, kai kuriuos anglies junginius jau žinote, pavyzdžiui, anglies(IV) oksidą CO_2, anglies(II) oksidą CO, anglies rūgštį H_2CO_3 ir jos druskas – karbonatus. Tai **neorgãniniai angliẽs junginiaĩ**, nes jų sudėtis, fizikinės ir cheminės savybės yra tokios pat kaip kitų analogiškos sudėties neorganinių junginių arba labai panašios. Žodis „organinis“ (gr. *organikos* – įrankiu sukurtas) reiškia susijęs su gyvuoju organizmu, gyvąja gamta. Žmonija gana seniai susipažino su gamtinės kilmės organinėmis medžiagomis. Kai kurias iš jų – mėsą, grūdus, kai kurių augalų lapus, gumbus – vartojo kaip maistą, o medvilnę, linus, vilną, odą – kaip žaliavą drabužiams bei avalynei, taip pat kitoms buitinėms reikmėms. Dar žiloje senovėje įvairiose pasaulio šalyse, vienur anksčiau, kitur vėliau,

žmonės gebėjo iš augalų išskirti vaistines medžiagas, dažus, iš vaisių ir medaus pasigaminti svaigiųjų gėrimų, acto (etano) rūgšties, iš cukranendrių – cukraus, iš augalų sėklų – aliejaus. Iki XIX a. pradžios visos žinomos medžiagos pagal kilmę buvo skirstomos į mineralines ir augalines bei gyvūnines. Sukaupus pakankamai žinių tiek apie vienos, tiek apie kitos grupės medžiagas, pastebėta, kad mineralinės medžiagos savo sudėtimi ir savybėmis smarkiai skiriasi nuo augalinių ir gyvūninių. Be to, buvo įrodyta, kad augalinės ir gyvūninės medžiagos sudarytos iš tų pačių cheminių elementų, kurių svarbiausias yra anglis. Šias medžiagas 1808 m. švedų mokslininkas Jensas Jakobas Berselijus pasiūlė vadinti organinėmis. Taigi organinė chemija, kaip atskira chemijos mokslo šaka, yra žinoma daugiau kaip du šimtus metų.

Chemijos mokslo šaka, tirianti anglies junginius, vadinama **orgãnine chèmija**.

Anglis yra būtinas visų organinių junginių elementas.
Kitas svarbus šių junginių elementas – vandenilis H. Be anglies ir vandenilio, organiniuose junginiuose dažniausiai yra deguonies O, kiek rečiau – azoto N, fosforo P, sieros S, halogenų F, Cl, Br, I. Gausybei organinių junginių susidaryti pakanka vos 10–12 cheminių elementų, o neorganiniai junginiai susidaro iš beveik visų žinomų cheminių elementų arba aptinkami kaip vieninės medžiagos (O_2, N_2, C, He, Ar, Pt ir kt.). Iki XIX a. pradžios buvo manoma, kad organinių junginių gali būti tik gyvuosiuose organizmuose, tačiau 1828 m. vokiečių chemikui Frydrichui Vėleriui (*Wöhler*, 1800–1882) pavyko laboratorijoje iš neorganinio junginio (amonio cianato NH_4OCN) gauti organinį (karbamidą, arba kitaip – šlapalą): $NH_4OCN \rightarrow H_2N{-}CO{-}NH_2$. Netrukus ir kiti mokslininkai laboratorijose susintetino organinių medžiagų, kurios anksčiau buvo išskiriamos iš augalų ar gyvūnų arba apskritai dar nebuvo žinomos: 1847 m. vokiečių chemikas Adolfas Kolbė (*Kolbe*, 1818–1884) iš neorganinių medžiagų gavo acto rūgštį, 1854 m. prancūzų mokslininkas Pjeras Marselenas Bertlo (*Berthelot*, 1827–1907) susintetino medžiagą, artimą gamtiniams riebalams.

Atkreipkite dėmesį, kad šiuo metu neorganinių junginių yra žinoma per 0,5 milijono, o natūraliai egzistuojančių gamtoje ir susintetintų (gautų laboratorijose) organinių junginių – daugiau kaip 50 milijonų! Naujų susintetintų organinių junginių skaičius sparčiai didėja, todėl sunku tiksliai pasakyti, kiek jų šiuo metu yra iš viso.

Visas chemijos mokslo šakas – neorganinę, organinę, analizinę chemiją ir kt. – vienija šio mokslo turinį apibendrinantis pavadinimas – **chèmija**.

Paprasčiausiais bandymais galima nustatyti, kuo skiriasi organiniai ir neorganiniai junginiai. Stipriai kaitinama organinė medžiaga anglėja. Tai rodo, kad visos organinės medžiagos turi anglies.



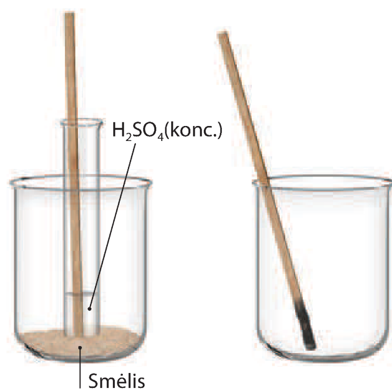
Praktiškai įrodykite, kad organinėse medžiagose yra anglies.

Atlikite keletą nesudėtingų bandymų su jūsų namuose esančiomis organinėmis medžiagomis.



1 bandymas. Peilio galu pasemkite žiupsnelį krakmolo arba cukraus ir pakaitinkite jį spiritinės lemputės ar dujų degiklio liepsnoje. Stebėkite kitimus. Jei medžiagos užsidegs, jų daugiau nebekaitinkite. Atkreipkite dėmesį, kad reakcijos produktas abiem atvejais yra juodos spalvos. Atidžiai apžiūrėkite gautą medžiagą. Kai ji atvės, įsitikinkite, kad tai – anglis: trapi (dalį produkto sugrūskite grūstuvėlėje arba ant medinės, porcelianinės ar metalinės plokštelės), netirpsta vandenyje.

Iš aštuntos klasės chemijos kurso prisiminkite įdomų bandymą „Juodas pyragas“. Jis akivaizdžiai patvirtina, kad cukraus sudėtyje yra daug anglies.





2 bandymas (demonstracinis). Į mėgintuvėlį įpilama 2–3 ml koncentruotos sieros rūgšties, o į ją įkišama skalelė arba balto popieriaus juostelė. Netrukus pamerkta skalelės ar popieriaus juostelės dalis pajuoduoja – suanglėja.

Įsiminkite sąvoką

- Orgãninė chèmija

Pasitikrinkite žinias

1. Suskirstykite junginių CaO, CH_4, CO_2, CH_3COOH, K_2CO_3, $C_{12}H_{22}O_{11}$, $NaCl$, HNO_3, C_2H_5OH, CH_3Cl formules į du stulpelius: į vieną – neorganinių junginių, į kitą – organinių. Atsakymą pagrįskite.

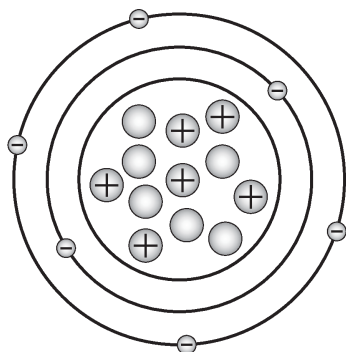
2. Iš kiek atomų sudarytos šių junginių molekulės: a) CO_2; b) CH_4; c) CH_3COOH; d) $C_{12}H_{22}O_{11}$; e) HNO_3; f) C_2H_5OH?

3. Kuriame junginyje – anglies(IV) okside CO_2 ar metane CH_4 – anglies masės dalis procentais yra didesnė?

4. Kiek iš viso molekulių yra nurodytame kiekyje šių medžiagų: a) 1 mol acto (etano) rūgšties CH_3COOH; b) 0,5 mol etanolio (etilo alkoholio) C_2H_5OH; c) 3 mol gliukozės $C_6H_{12}O_6$?

5. Kiek iš viso atomų yra: a) 2 mol metano CH_4; b) 0,1 mol benzeno C_6H_6; c) 5 mol cukraus $C_{12}H_{22}O_{11}$?

Kodėl tiek daug organinių junginių?


Anglies atomo modelis (pagal Nilsą Borą)

Dar kartą prisiminkime anglies atomo sandarą ir įsidėmėkime, kad anglies savybes lemia keturi išorinio sluoksnio (valentiniai) elektronai. Anglies atomai yra ypatingi tuo, kad gali sudaryti kovalentinius ryšius ne tik su kitais elementais, bet ir jungtis tarpusavyje. Apie šį anglies ypatumą jau girdėjote nagrinėdami anglies alotropines atmainas (žr. p. 89).



Prisiminkite anglies alotropines atmainas: deimantą, grafitą, karbiną, fureleną, ir cheminius ryšius tarp anglies atomų *(žr. p. 90)**.*

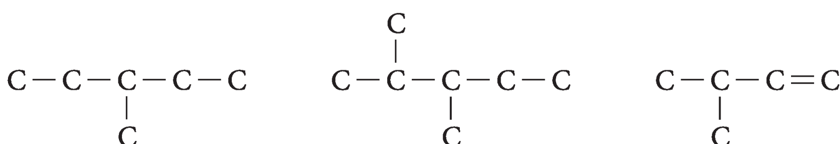
Jungdamiesi anglies atomai sudaro įvairaus sudėtingumo linijines, šakotąsias ar uždarąsias grandines. Be to, tarpusavyje jie gali jungtis viengubuoju, dvigubuoju ar trigubuoju ryšiu.

Kokį ryšį vadiname viengubuoju, kokį – dvigubuoju ir kokį – trigubuoju?

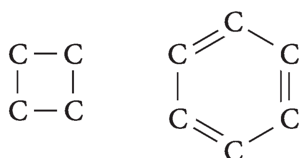
Atkreipkite dėmesį, kaip paveiksluose pavaizduota C atomų jungimosi tarpusavyje tvarka. Vienas brūkšnelis žymi viengubąjį kovalentinį ryšį, du – dvigubąjį, trys – trigubąjį:



Nešakotosios linijinės (atviros) anglies atomų grandinės



Šakotosios anglies atomų grandinės

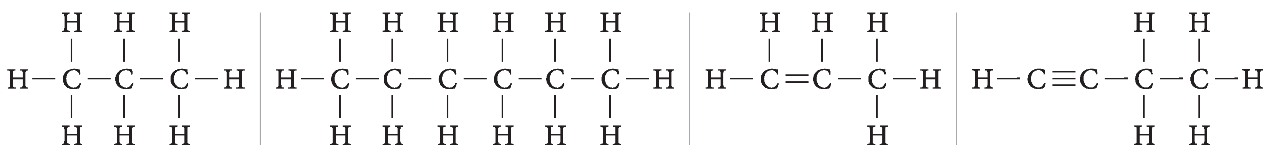


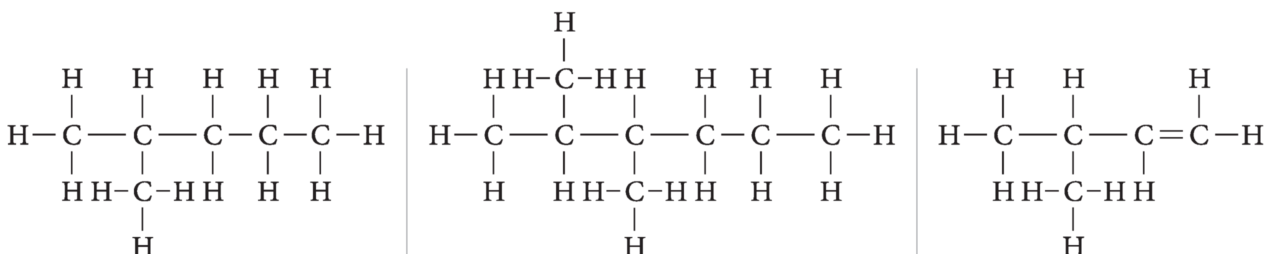
Uždarosios anglies atomų grandinės

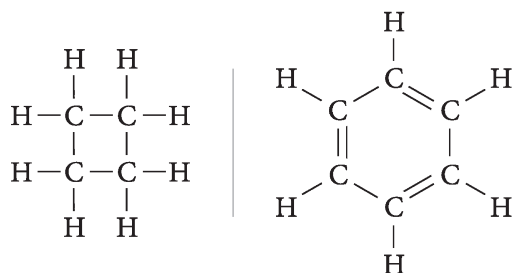
Įsidėmėkite

Viengubasis ryšys – vienas kovalentinis ryšys tarp dviejų atomų (H—H, H—Cl, H—O—H).
Dvigubasis (dvilypis) ryšys – du kovalentiniai ryšiai tarp dviejų atomų (O═O).
Trigubasis ryšys – trys kovalentiniai ryšiai tarp dviejų atomų (N≡N).

Nepamirškite, kad vienas brūkšnelis žymi vieną bendrą elektronų porą, t. y. vieną kovalentinį ryšį tarp dviejų atomų. Kadangi anglies atomas gali sudaryti keturis ryšius, bet kokio organinio junginio struktūrinėje formulėje prie kiekvieno anglies atomo turi būti pažymėti keturi brūkšneliai. Jeigu parašytose grandinėse prie anglies atomų brūkšneliais pažymėsime visus trūkstamus ryšius ir prijungsime vandenilio atomus, gausime atitinkamų organinių junginių struktūrines formules:







Kovalentinių ryšių (brūkšnelių) skaičius nusako elemento valentingumą junginiuose. Vadinasi, **organiniuose junginiuose anglis visada yra keturvalentė, o vandenilis – vienvalentis**.

Organinių junginių molekules gali sudaryti labai įvairus skaičius anglies atomų. Todėl ir galimų anglies junginių yra neįtikėtinai daug. Tai priklauso nuo anglies atomų jungimosi ypatumų, taip pat nuo kitų elementų (F, Cl, Br, I) ar atomų grupių (funkcinių grupių), pavyzdžiui, —OH, —CHO, —COOH, $-NH_2$ ir kt., skaičiaus ir vietos anglies atomų grandinėje. Apie tai sužinosite šiek tiek vėliau.

Paprasčiausias organinis junginys – metanas CH_4. Jo molekulėje yra tik vienas anglies atomas. Jums gerai žinomos medžiagos CH_3COOH molekulėje yra du anglies atomai, $C_6H_{12}O_6$ molekulėje – šeši.

Parašykite medžiagų, kurių sudėtis išreiškiama šiomis formulėmis, pavadinimus.

Žinoma daugybė organinių junginių, kurių molekulėse yra iki keleto dešimčių, šimtų ir daugiau anglies atomų. Kito cheminio elemento, gebančio sudaryti tokius cheminius ryšius, nėra. IVA grupėje artimiausio anglies kaimyno – silicio – junginių ilgiausioje grandinėje yra tik per 50 silicio atomų.

Taigi anglis – ypatingas cheminis elementas. Organinė chemija tiria anglies junginius.

1 skyrius
Angliavandeniliai



Šiame skyriuje

sužinosite,

- kad yra labai daug junginių, sudarytų tik iš anglies ir vandenilio;
- kurie angliavandeniliai yra sotieji, kurie – nesotieji, kurie – aromatiniai;
- kokios savybės būdingos angliavandeniliams;
- kas yra polimerizacija;
- kad pagrindiniai angliavandenilių šaltiniai yra nafta ir gamtinės dujos;
- kokie produktai gaunami, distiliuojant naftą akcinėje bendrovėje „ORLEN Lietuvà“;
- kokios yra angliavandenilių ir halogenalkanų naudojimo sritys;
- kokie yra organinio kuro gamtiniai ištekliai.

Išmoksite

- rašyti molekulines, nesutrumpintas ir sutrumpintas struktūrines angliavandenilių formules;
- sudaryti izomerų formules;
- rašyti angliavandenilių degimo, sąveikos su halogenais ir kitomis medžiagomis reakcijų lygtis.

Prisiminsite

- kovalentinius ryšius (viengubąjį, dvigubąjį, trigubąjį);
- elementų masės dalies angliavandeniliuose skaičiavimą;
- skaičiavimus pagal reakcijų lygtis (reaguojančiųjų medžiagų ir reakcijos produktų kiekio, masės, tūrio skaičiavimą).

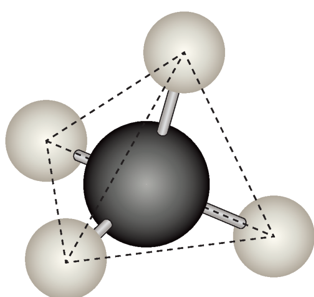
Pradėsime nagrinėti vienus paprasčiausių organinių junginių – angliavandenilius.

Angliavandeniliais vadinami organiniai junginiai, sudaryti tik iš anglies ir vandenilio.

Pagal anglies atomų jungimosi tvarką ir cheminių ryšių ypatumus angliavandeniliai skirstomi į grupes.

Angliavandenilių skirstymas

Angliavandeniliai			
Sotieji angliavandeniliai (alkanai)	Nesotieji angliavandeniliai (alkenai, alkinai)	Cikliniai angliavandeniliai (cikloalkanai)	Aromatiniai angliavandeniliai (arenai)
Anglies atomai grandinėje susijungę viengubaisiais ryšiais –C–C–C–C–	Alkenų molekulėje tarp anglies atomų yra vienas dvigubasis ryšys –C=C–C–C– alkinų molekulėje – vienas trigubasis ryšys –C≡C–C–C–	Anglies atomai susijungę viengubaisiais ryšiais ir sudaro uždarąją grandinę (ciklą)	Anglies atomai sudaro ypatingą uždarąją grandinę (ciklą) – benzeno žiedą

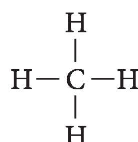


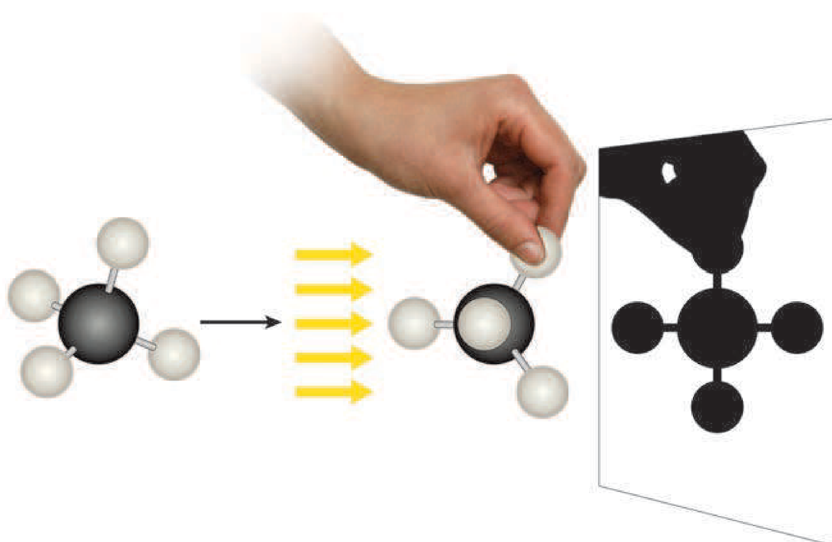
Strypinis metano modelis

1.1. Sotieji angliavandeniliai (alkanai)

1.1.1. Sočiųjų angliavandenilių sudėtis, struktūrinės formulės, pavadinimai

Pagal sudėtį paprasčiausias angliavandenilis yra metanas. Iš strypinio CH_4 molekulės modelio matyti, kad erdvėje aplink anglies atomą yra taisyklingai išsidėstę keturi cheminiai ryšiai. Sujungę vandenilio atomus atkarpomis, gautume keturis lygiašonius trikampius, kurie sudarytų tetraedrą. Anglies ir vandenilio atomus molekulėje sieja keturi viengubieji kovalentiniai ryšiai. Metano struktūrinė formulė yra tokia:



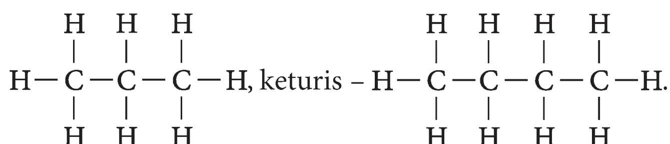


Metano modelio projekcija ir struktūrinė formulė

Nuosekliai didindami anglies atomų skaičių grandinėje, sudarykime kitų linijinės grandinės angliavandenilių struktūrines formules. Pavyzdžiui, parašykime angliavandenilio, kurio molekulėje yra du anglies atomai, struktūrinę formulę. Pirmiausia sudarykime anglies atomų grandinę, kurioje du anglies atomus sieja vienas viengubasis ryšys C—C. Paskui prie kiekvieno anglies atomo prirašykime tiek brūkšnelių, kad apie kiekvieną C atomą jų būtų keturi: $-\underset{|}{\overset{|}{C}}-\underset{|}{\overset{|}{C}}-$. Galiausiai prie visų laisvų brūkšnelių, žyminčių cheminius ryšius, parašykime po vandenilio simbolį H. Gausime angliavandenilio **etãno** struktūrinę formulę $H-\underset{H}{\overset{H}{C}}-\underset{H}{\overset{H}{C}}-H$. Tokiu pat principu sudaromos ir kitų, sudėtingesnių, angliavandenilių struktūrinės formulės.

Parašykite angliavandenilių, kurių molekulėje yra 3 ir 4 anglies atomai, struktūrines formules.

Angliavandenilio, turinčio tris C atomus, struktūrinė formulė yra



Panagrinėkime, kuo skiriasi šių angliavandenilių sudėtis. Matome, kad, nuosekliai ilgėjant C atomų grandinei, gretimų junginių sudėtis skiriasi $-CH_2-$ atomų grupe. Tokie junginiai vadinami homologais. Jie sudaro homologinę eilę.

Organinių junginių eilė, kurios gretimi nariai skiriasi $-CH_2-$ (metileno) grupe, vadinama **homològine eilè**, o atskiras tos eilės narys – **homologù** (gr. *homologos* – atitinkamas, panašus).

$-CH_2-$ atomų grupė yra homologinis skirtumas.

Angliavandenilių pavadinimai, formulės, modeliai

Angliavandenilio pavadinimas	Molekulinė formulė	Struktūrinė formulė	Modelis
Metanas	CH_4	$H-\underset{H}{\overset{H}{C}}-H$	
Etanas	C_2H_6	$H-\underset{H}{\overset{H}{C}}-\underset{H}{\overset{H}{C}}-H$	

Angliavandenilio pavadinimas	Molekulinė formulė	Struktūrinė formulė	Modelis
Propanas	C_3H_8	$\begin{array}{ccccccccc} & & H & & H & & H & & \\ & & \vert & & \vert & & \vert & & \\ H & - & C & - & C & - & C & - & H \\ & & \vert & & \vert & & \vert & & \\ & & H & & H & & H & & \end{array}$	
Butanas	C_4H_{10}	$\begin{array}{ccccccccccc} & & H & & H & & H & & H & & \\ & & \vert & & \vert & & \vert & & \vert & & \\ H & - & C & - & C & - & C & - & C & - & H \\ & & \vert & & \vert & & \vert & & \vert & & \\ & & H & & H & & H & & H & & \end{array}$	
Pentanas	C_5H_{12}	$\begin{array}{ccccccccccccc} & & H & & H & & H & & H & & H & & \\ & & \vert & & \vert & & \vert & & \vert & & \vert & & \\ H & - & C & - & C & - & C & - & C & - & C & - & H \\ & & \vert & & \vert & & \vert & & \vert & & \vert & & \\ & & H & & H & & H & & H & & H & & \end{array}$	
Heksanas	C_6H_{14}	$\begin{array}{ccccccccccccccc} & & H & & H & & H & & H & & H & & H & & \\ & & \vert & & \vert & & \vert & & \vert & & \vert & & \vert & & \\ H & - & C & - & C & - & C & - & C & - & C & - & C & - & H \\ & & \vert & & \vert & & \vert & & \vert & & \vert & & \vert & & \\ & & H & & H & & H & & H & & H & & H & & \end{array}$	

Angliavandeniliai, kurių molekulėse tarp anglies atomų yra tik viengubieji ryšiai, vadinami **sočiaĩsiais angliavandenìliais** (**alkãnais**).

Šie angliavandeniliai dar vadinami **metãno eilẽs angliavandenìliais**.

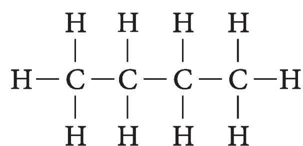
Iš struktūrinių formulių matyti, kad anglis sudaro didžiausią skaičių viengubųjų ryšių, t. y.

prie sočiojo angliavandenilio kiekvieno anglies atomo yra prisijungęs didžiausias skaičius vandenilio atomų. Sočiųjų angliavandenilių grandinė yra atvira, linijinė.

Palyginę lentelėje įrašytas formules, pastebėsite, kad

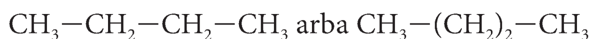
molekulinės formulės rodo tik junginio sudėtį, o struktūrinės – ir sudėtį, ir atomų jungimosi molekulėje tvarką.

Patogu naudoti **sutrùmpintas struktũrines fòrmules**. Tada nurodoma tik dalis ryšių arba jie apskritai nenurodomi. Pavyzdžiui,



$$\begin{array}{ccccccccccc} & & H & & H & & H & & H & & \\ & & \vert & & \vert & & \vert & & \vert & & \\ H & - & C & - & C & - & C & - & C & - & H \\ & & \vert & & \vert & & \vert & & \vert & & \\ & & H & & H & & H & & H & & \end{array}$$

Nesutrumpinta struktūrinė butano formulė



$CH_3-CH_2-CH_2-CH_3$ arba $CH_3-(CH_2)_2-CH_3$



$CH_3CH_2CH_2CH_3$ arba $CH_3(CH_2)_2CH_3$

Sutrumpintos struktūrinės butano formulės

Atomų jungimosi molekulėje tvarka (atomų tarpusavio išsidėstymas) vadinama **jùnginio struktūrà**.

Chemijos literatūroje anglies atomų grandinė kartais žymima tik anglies atomais arba ir be jų, pavyzdžiui, C–C–C–C arba ⁄\⁄\ . Tai butano **skelètinės fòrmulės**.

Sočiųjų angliavandenilių bendroji molekulinė formulė yra tokia: C_nH_{2n+2}.

Naudodamiesi ja, galime lengvai parašyti bet kokio sočiojo angliavandenilio molekulinę formulę. Pavyzdžiui, parašykime angliavandenilio, kurio anglies grandinę sudaro penki C atomai ($n = 5$), molekulinę formulę. Į bendrąją formulę C_nH_{2n+2} vietoj n įrašę 5, gausime: $C_5H_{2 \cdot 5+2} = C_5H_{12}$. Vadinasi, sočiojo angliavandenilio, turinčio penkis C atomus, molekulinė formulė yra C_5H_{12}. Tai – pentanas.

Istoriškai susiklostę pirmųjų keturių angliavandenilių pavadinimai yra nesisteminiai: met*anas*, et*anas*, prop*anas*, but*anas*. Pradedant penktuoju homologinės eilės nariu, sočiųjų angliavandenilių pavadinimai sudaromi iš šaknies *penta*-, *heksa*-, *hepta*- ir t. t., nurodančios, kiek anglies atomų turi angliavandenilis, priesagos -*an*- ir galūnės -*as*. Šaknis kildinama iš graikiškų skaičių pavadinimų:

Skaičius	Graikiškas pavadinimas	Skaičius	Graikiškas pavadinimas
5	penta-	8	okta-
6	heksa-	9	nona-
7	hepta-	10	deka-

Pavyzdžiui, jei sotusis angliavandenilis turi 7 anglies atomus, tai junginio molekulinė formulė yra C_7H_{16}, o pavadinimas – hept*anas*.

Cheminių junginių sisteminiai pavadinimai sudaromi pagal taisykles, kurias patvirtino Tarptautinė teorinės ir taikomosios chemijos sąjunga – IUPAC (angl. **I**nternational **U**nion of **P**ure and **A**pplied **C**hemistry). Tos taisyklės sudaro vadinamąją **sistèminę nomenklatū̃rą**.

Įsiminkite sąvokas

- Angliavandenìlis
- Homològinė eilė̃
- Homològas
- Sotùsis angliavandenìlis
- Jùnginio struktūrà
- Sistèminė nomenklatūrà

Pasitikrinkite žinias

1. Kokie junginiai vadinami: a) angliavandeniliais; b) sočiaisiais angliavandeniliais?
2. Kurios iš šių junginių formulių: C_2H_4, C_5H_{12}, C_6H_6, C_3H_4, C_8H_{18}, C_4H_8, yra sočiųjų angliavandenilių? Parašykite jų pavadinimus.
3. Kiek iš viso cheminių ryšių yra butano C_4H_{10} molekulėje?
4. Parašykite sočiųjų angliavandenilių nesutrumpintas ir sutrumpintas struktūrines formules, kai anglies atomų skaičius molekulėje yra: a) 4; b) 8; c) 10.

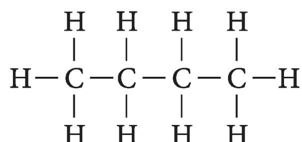
5. Sočiųjų angliavandenilių sutrumpintos struktūrinės formulės yra tokios: a) $CH_3-(CH_2)_4-CH_3$; b) $CH_3-(CH_2)_7-CH_3$; c) $CH_3-(CH_2)_{11}-CH_3$; d) $CH_3-(CH_2)_{18}-CH_3$. Parašykite šių angliavandenilių molekulines formules. Nurodykite a) ir b) angliavandenilių pavadinimus.
6. Kiek atomų sudaro: a) vieną heksano molekulę; b) penkias etano molekules; c) 0,5 mol butano; d) 2 mol propano?
7. Apskaičiuokite, kurią masės dalį procentais sudaro anglis ir vandenilis šiuose sočiuosiuose angliavandeniliuose: a) etane C_2H_6; b) pentane C_5H_{12}; c) oktane C_8H_{18}.

1.1.2. Alkanų izomerai

Jau minėjome, kad anglis gali sudaryti nešakotąją ir šakotąją atomų grandinę. Jeigu sočiojo angliavandenilio molekulėje yra du arba trys anglies atomai, juos galima sujungti į linijinę grandinę tik vienu būdu: —C—C—, —C—C—C—. Mėgindami pakreipti kurį nors ryšį, pavyzdžiui, —C—C(|C—), vis tiek gautume tą pačią atvirąją linijinę anglies atomų grandinę.

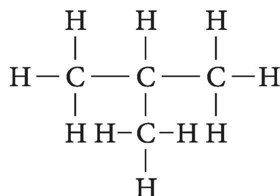
Kaip molekulėje gali jungtis keturi anglies atomai?

I variantas. Visi C atomai jungiasi sudarydami nešakotąją linijinę grandinę:



 *Kokio angliavandenilio yra ši struktūrinė formulė?*

II variantas. Trys anglies atomai sudaro linijinę grandinę, o ketvirtasis yra atšakoje CH_3— prie vidurinio anglies atomo:



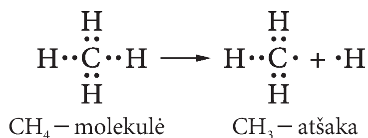
Tokia grandinė vadinama šakotąja (žr. p. 111).
Abiem atvejais molekulių cheminė sudėtis yra vienoda, tačiau skiriasi struktūra, t. y. atomų jungimosi tvarka. Tai lemia skirtingas šių medžiagų savybes.

Butano ir metilpropano savybių palyginimas

Angliavandenilis	Butanas	Metilpropanas
Sudėtis (molekulinė formulė)	C_4H_{10}	C_4H_{10}
Sutrumpinta struktūrinė formulė	$CH_3-CH_2-CH_2-CH_3$	$CH_3-CH(CH_3)-CH_3$
Strypinis modelis		
Tankis, g/cm³ (0 °C)	0,603	0,6
Virimo temperatūra, °C	–0,5	–11,7
Lydymosi temperatūra, °C	–138,4	–159,6

Medžiagos, kurių molekulių sudėtis yra vienoda (vienoda molekulinė formulė), bet skiriasi struktūra (atomų jungimosi tvarka), vadinamos **izomèrais** (gr. *isos* – lygus, vienodas, panašus, *meros* – dalis).

Angliavandeniliuose, turinčiuose šakotąją grandinę, gali būti viena, dvi ir daugiau atšakų. Jos gali būti įvairios cheminės sudėties. Atšaka gaunama atskiriant nuo angliavandenilio molekulės vieną vandenilio atomą, t. y. nutraukiant vieną kovalentinį ryšį tarp anglies ir vandenilio atomų:



Atšakos gali būti CH_3–, C_2H_5– ir t. t. Jų pavadinimai sudaromi iš sočiojo angliavandenilio pavadinimo, priesagą -*an*- keičiant į priesagą -*il*-, pavyzdžiui, met*anas* – met*ilas*, et*anas* – et*ilas* ir t. t.

Atšakos dar vadinamos pakaitaĩs arba alkìlais.

Nekonkretaus angliavandenilio atšaka (liekana) chemijos literatūroje žymima raide R (radikalas).

Atšakų pavadinimai

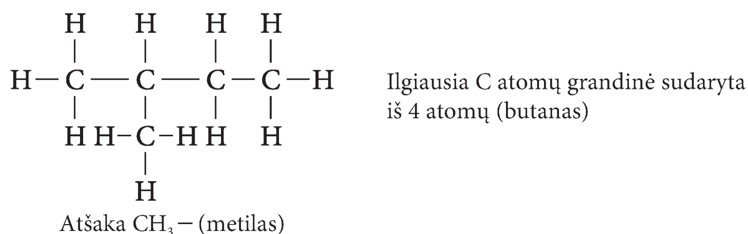
Sotusis angliavandenilis		Atšaka (alkilas R)	
Sutrumpinta struktūrinė formulė	**Pavadinimas**	**Sutrumpinta struktūrinė formulė**	**Pavadinimas**
CH_4	met*anas*	CH_3-	met*ilas*
CH_3-CH_3	et*anas*	CH_3-CH_2-	et*ilas*
$CH_3-CH_2-CH_3$	prop*anas*	$CH_3-CH_2-CH_2-$	prop*ilas*
$CH_3-CH_2-CH_2-CH_3$	but*anas*	$CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-$	but*ilas*


Kuo skiriasi sočiojo angliavandenilio ir jį atitinkančios atšakos cheminė sudėtis?

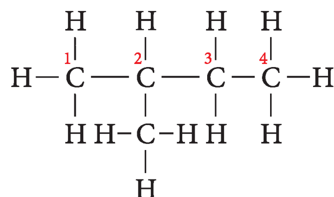
Prie alkilo parašytas brūkšnelis rodo, kad ši atomų grupė turi vieną nesuporuotą elektroną ir yra labai aktyvi. Ji greitai prisijungia prie to atomo (arba atomų grupės), kuris turi taip pat vieną nesuporuotą elektroną.

Sočiųjų angliavandenilių, turinčių nešakotąją linijinę grandinę, pavadinimų sudarymo principus jau žinote. Kaip sudaromi šakotosios grandinės sočiųjų angliavandenilių pavadinimai? Norint įvardyti sotųjį angliavandenilį, turintį šakotąją anglies atomų grandinę, reikia laikytis tam tikros veiksmų sekos:

1. Struktūrinėje formulėje rasti ilgiausią anglies atomų grandinę. Pagal C atomų skaičių joje bus nusakoma pagrindinė junginio pavadinimo dalis: propanas, butanas ir t. t.



2. Sunumeruoti ilgiausios grandinės anglies atomus, pradedant nuo to galo, prie kurio arčiau yra atšaka (šiuo atveju – iš kairės):



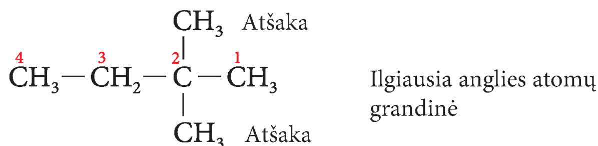
3. Nustatyti, kiek yra atšakų ir kokia jų cheminė sudėtis. Nagrinėjamo junginio struktūrinėje formulėje yra viena atšaka CH_3- (metilas).

4. Sudaryti nagrinėjamo izomero pavadinimą. Pirmiausia nurodomas anglies atomo, prie kurio yra atšaka, eilės numeris, paskui atšakos ir ilgiausios grandinės angliavandenilio pavadinimas. Šie du pa-

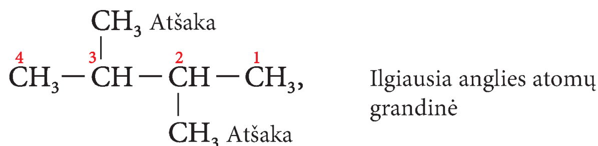
vadinimai rašomi kartu, vienu žodžiu. Tarp skaičiaus ir pavadinimo rašomas trumpas brūkšnelis. Nagrinėjamo izomero pavadinimas yra 2-metilbutanas.

5. Jeigu grandinėje yra kelios skirtingos atšakos, jų pavadinimai rašomi abėcėlės tvarka: **e**til-, **m**etil-, **p**ropil- ir t. t. Kiekvienos atšakos vieta ilgiausioje anglies atomų grandinėje žymima skaičiumi.

Sudarykime sudėtingesnio angliavandenilio C_6H_{14} izomero pavadinimą, žinodami sutrumpintą struktūrinę formulę



C atomus numeruojame iš dešinės, nes atšakos yra arčiau dešiniojo grandinės galo. Kadangi ilgiausia grandinė turi 4 anglies atomus, tai angliavandenilio pavadinimo pagrindinė dalis bus butanas. Prie anglies atomo, pažymėto skaičiumi 2, yra dvi metil- atšakos, todėl angliavandenilio pavadinime skaičių 2 pakartosime du kartus, o atšakos pavadinimą rašysime su graikišku priešdėliu *di-* (jeigu būtų trys vienodos atšakos, reikėtų rašyti priešdėlį *tri-*, jeigu keturios – *tetra-*, jeigu penkios – *penta-* ir t. t., žr. p. 117). Taigi šio angliavandenilio izomero pavadinimas yra 2,2-dimetilbutanas. Pakeitę vienos iš dviejų atšakų vietą grandinėje, pavyzdžiui,



gauname naują izomerą – 2,3-dimetilbutaną. Jeigu to paties angliavandenilio grandinėje keisime anglies atomų jungimosi tvarką, gausime dar tris skirtingos struktūros junginius. Heksanas iš viso turi 5 izomerus.

Parašykite kitų trijų heksano izomerų sutrumpintas struktūrines formules ir pavadinimus.

Didėjant anglies atomų skaičiui molekulėje, izomerų daugėja.

Sočiųjų angliavandenilių izomerų skaičius

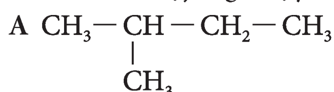
Angliavandenilis	Molekulinė formulė	Izomerų skaičius	Angliavandenilis	Molekulinė formulė	Izomerų skaičius
Metanas	CH_4	Neturi	Heksanas	C_6H_{14}	5
Etanas	C_2H_6	Neturi	Heptanas	C_7H_{16}	9
Propanas	C_3H_8	Neturi	Oktanas	C_8H_{18}	18
Butanas	C_4H_{10}	2	Nonanas	C_9H_{20}	35
Pentanas	C_5H_{12}	3	Dekanas	$C_{10}H_{22}$	75

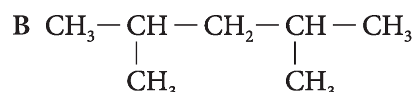
Įsiminkite sąvoką

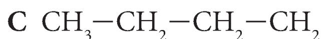
- Izomèras

Pasitikrinkite žinias

1. Kokie junginiai vadinami izomerais?
2. Nuo ko priklauso sočiųjų angliavandenilių izomerų skaičius?
3. Parašykite pentano izomerų sutrumpintas struktūrines formules ir pavadinimus.
4. Angliavandenilio sutrumpinta struktūrinė formulė yra $CH(CH_3)_3$. Parašykite šio angliavandenilio nesutrumpintą struktūrinę formulę ir pavadinimą.
5. Pavadinkite junginį (pagal IUPAC), kurio sutrumpinta struktūrinė formulė yra tokia: $CH_3-CH_2-CH(CH_3)-CH_2-CH_3$.
6. Kurie iš šių junginių yra izomerai?

A 

B 

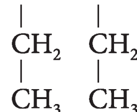
C 

D 

7. Kuris junginio $CH_3-CH(CH_3)-CH_2-CH(CH_3)-CH_2-CH_3$ pavadinimas (pagal IUPAC) yra teisingas?

A 2,4-dimetilheksanas
B Dimetilheksanas
C 3,5-dimetilheksanas
D Metiloktanas

8. Įvardykite junginį $CH_3-CH-CH-CH_3$.



9. Dujinio sočiojo angliavandenilio santykinis tankis oro atžvilgiu lygus 1,52. Anglis sudaro 81,82 % junginio, vandenilis – 18,18 %. Parašykite šio angliavandenilio molekulinę formulę.
10. Namie iš plastilino arba polimerinio molio (šnekamojoje kalboje vadinamo modelinu) pasidarykite 6 didelius rutuliukus, kurie vaizduotų anglies atomus, ir 14 mažų, atitinkančių vandenilio atomus. Dantų krapštukais įvairiai jungdami atomus, sumodeliuokite penkis angliavandenilio, kurio molekulėje yra 6 anglies atomai, izomerus. Parašykite junginio molekulinę formulę ir kiekvieno izomero nesutrumpintą bei sutrumpintą struktūrinę formulę.

1.1.3. Sočiųjų angliavandenilių savybės

Fizikinės savybės. Pirmieji keturi sočiųjų angliavandenilių homologinės eilės nariai (C_1–C_4) kambario temperatūroje yra bespalvės ir bekvapės dujos, tolesni nariai (C_5–C_{15}) – skysčiai, o nariai, turintys daugiau anglies atomų ($> C_{16}$), – kietosios medžiagos. Skysčiai turi stiprų savitą (panašų į benziną) kvapą.

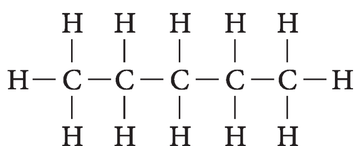
Sočiųjų angliavandenilių savybių palyginimas

Molekulinė formulė	Pavadinimas	Agregatinė būsena	Virimo temperatūra, °C	Lydymosi temperatūra, °C	Tankis, g/cm^3
CH_4	Metanas	Dujos	–161,5	–182,5	0,466*
C_2H_6	Etanas	Dujos	–88,6	–182,8	0,572*
C_3H_8	Propanas	Dujos	–42,1	–187,7	0,585*
C_4H_{10}	Butanas	Dujos	–0,5	–138,4	0,603*
C_5H_{12}	Pentanas	Skystis	36,1	–129,7	0,626
C_6H_{14}	Heksanas	Skystis	68,7	–95,3	0,660
C_7H_{16}	Heptanas	Skystis	98,4	–90,6	0,684
C_8H_{18}	Oktanas	Skystis	124,7	–56,8	0,703
C_9H_{20}	Nonanas	Skystis	150,8	–53,7	0,717
$C_{10}H_{22}$	Dekanas	Skystis	174,0	–29,6	0,730
$C_{15}H_{32}$	Pentadekanas	Kietoji medžiaga	270,6	10,0	0,753

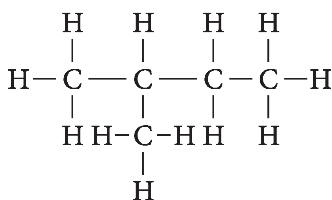
*Skystosios būsenos arti virimo temperatūros.

Alkanai, kurių anglies atomų grandinė yra šakota, verda žemesnėje temperatūroje negu tos pačios sudėties angliavandeniliai, turintys nešakotąją grandinę. Šį skirtumą nesunku paaiškinti. Tarp nešakotosios grandinės molekulių sąveika yra stipresnė (molekulės yra arčiau viena kitos, labiau susiglaudusios) negu tarp šakotosios. Dėl to šakotosios grandinės molekulėms atskirti vienai nuo kitos reikia mažiau energijos. Tai lemia žemesnę virimo temperatūrą. Palyginkime pentano izomerų molekulių sandarą ir virimo temperatūrą:

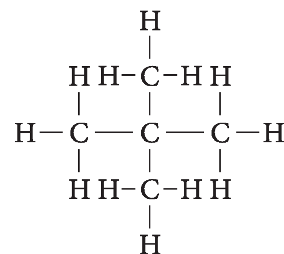
Kaip kinta sočiųjų angliavandenilių virimo temperatūra, didėjant anglies atomų skaičiui molekulėje?



Pentanas
(t_{vir} = 36,1 °C)



2-metilbutanas
(t_{vir} = 28 °C)



2,2-dimetilpropanas
(t_{vir} = 7 °C)

Skystieji angliavandeniliai yra lakūs (lengvai garuoja). Kuo trumpesnė skystį sudarančių molekulių grandinė, tuo lakesnis angliavandenilis. Metanas yra lengvesnės, o etanas, propanas ir butanas – sunkesnės už orą dujos.

Angliavandeniliai netirpsta vandenyje, bet tirpsta organiniuose tirpikliuose, iš jų – ir skystuose sočiuosiuose angliavandeniliuose.

Prisiminkite

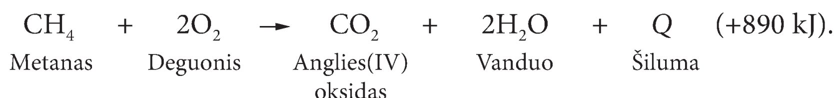
Dujų santykinis tankis D apskaičiuojamas pagal formulę $D_{\text{oro atžvilgiu}} = \frac{M(\text{dujų})}{M(\text{oro})}$. Jei $D > 1$, dujos yra sunkesnės, jei $D < 1$ – lengvesnės už orą.

Cheminės savybės. Įprastomis sąlygomis (kambario temperatūroje) sotieji angliavandeniliai yra gana inertiškos medžiagos. Jie nereaguoja nei su šarmais, nei su rūgštimis.

- **Sąveika su deguonimi. Degimas.** Truputį pakaitinti sotieji angliavandeniliai (ypač dujiniai ir skystieji, turintys neilgą anglies atomų grandinę) bemat užsiliepsnoja.

Angliavandeniliai dega, t. y. reaguoja su ore esančiu deguonimi. Degimo reakcijų metu išsiskiria daug šilumos, todėl įvairūs angliavandeniliai naudojami kaip kuras.

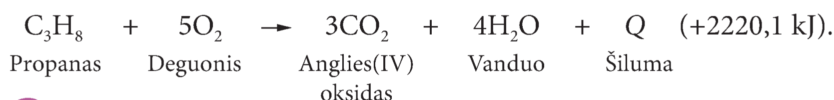
Buityje dujinėms viryklėms naudojamos gamtinės dujos, t. y. dujų mišinys, kurio pagrindą sudaro metanas (nuo 70 % iki 95–98 %), o kitą dalį – etanas, propanas, butanas ir labai nedaug kitų dujų (CO_2, N_2, O_2 ir kt.). Degant angliavandeniliams, susidaro anglies dioksidas ir vanduo. Metano degimo reakcijos lygtis tokia:


$$CH_4 + 2O_2 \rightarrow CO_2 + 2H_2O + Q \quad (+890\ kJ).$$

Plačiai naudojamos ir suskystintosios dujos, dažniausiai propano ir butano mišinys.


Kokių sąlygų reikia dujoms suskystinti?

Suskystintosios dujos laikomos specialiose talpyklose: balionuose, cisternose ar didelio tūrio rezervuaruose. Šių dujų pripildomi ir įvairūs žiebtuvėliai. Degant propanui, vyksta reakcija


$$C_3H_8 + 5O_2 \rightarrow 3CO_2 + 4H_2O + Q \quad (+2220{,}1\ kJ).$$


Parašykite butano degimo reakcijos lygtį.

Prisiminkite

Degimas – tai greita, daug šilumos išskirianti medžiagos reakcija su deguonimi (ar kitu oksidatoriumi).

Degant dujoms, matoma mėlyna arba gelsva (geltona) liepsna. Nuo ko tai priklauso? Jei dujų ir oro mišinyje deguonies yra pakankamai, dujos sudega visiškai, susidaro anglies(IV) oksidas ir vandens garai. Tada liepsnos spalva yra melsva. Kai degikliai nesureguliuoti, į juos patenka per mažai oro ir liepsna būna geltona, rūkstanti. Vadinasi, dujos sudega ne iki galo, o reakcijos produktuose, be CO_2, aptinkama anglies(II) oksido (smalkių) ir suodžių (smulkių anglies dalelių). Dėl to puodai ir arbatinukai aprūksta.

Geltoną liepsnos spalvą lemia įkaitusios iki švytėjimo anglies dalelės: kuo daugiau C atomų (tiksliau, kuo didesnė anglies masės dalis procentais) yra molekulėje, tuo geltonesnė liepsna.

Pagalvokite, kodėl vasarą ir žiemą automobiliams naudojamos skirtingos sudėties suskystintosios dujos.
Prisiminkite, kaip kinta angliavandenilių lakumas, didėjant anglies atomų skaičiui grandinėje.

Tai įdomu

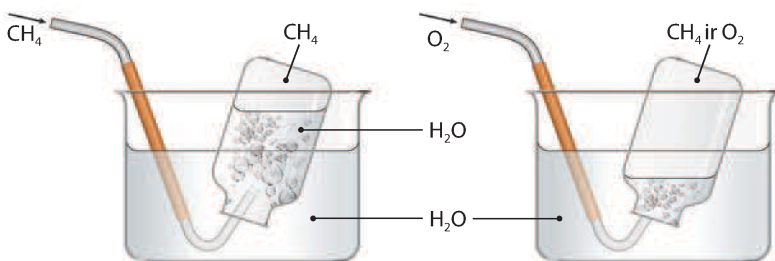
Vasarą ir žiemą automobiliams naudojamos skirtingos sudėties suskystintosios dujos. Vasariniame dujų mišinyje būna 40 % propano ir 60 % butano, o žieminiame, atvirkščiai, – 60 % propano ir 40 % butano.

Dujinių angliavandenilių ir deguonies arba oro mišiniai yra sprogūs!

Dujų ir oro mišinio sprogimą gali sukelti kibirkštis arba stipri šviesa. Kartais labai pavojingi oro ir metano, etano, propano ar butano mišiniai susidaro akmens anglių šachtose, gamyklų ar įmonių katilinėse, dirbtuvėse, kanalizacijos šuliniuose bei gyvenamuosiuose namuose. Todėl būtina įsidėmėti šią angliavandenilių savybę ir griežtai laikytis dujų saugaus naudojimo taisyklių.

Daug atsparesni sprogimui yra angliavandeniliai, turintys šakotąją anglies atomų grandinę. Į šią labai svarbią savybę atsižvelgiama gaminant benziną.

Bandymas (demonstracinis). Į 200–250 ml talpos plastikinį butelį, išstumiant vandenį, prileidžiama metano (gamtinių dujų iš dujotiekio) ir deguonies. Metanas turi sudaryti $\frac{1}{3}$ butelio tūrio, o deguonis – $\frac{2}{3}$. Butelio anga po vandeniu uždengiama stikline arba plastikine plokštele. Ištraukus butelį iš vandens, plokštelė nuimama, o dujų mišinys greitai uždegamas skalele. Degimo reakcija įvyksta akimirksniu, pasigirsta kurtinamas sprogimas.



Metano ir deguonies mišinio sprogimas



Anksčiau parašytos degimo reakcijų lygtys rodo, koks yra oro ir su juo reaguojančių atitinkamų dujų tūrio santykis. Žinant, kad deguonis sudaro 21 % oro, kiekvienu atveju oro tūris yra apytiksliai 5 kartus didesnis. Taigi sprogūs mišiniai gali būti tokios sudėties: 1) 1 tūrio dalis (litrais, kubiniais centimetrais, kubiniais metrais) metano ir 2 tūrio dalys deguonies arba 10 tūrio dalių oro; 2) 1 tūrio dalis propano ir 5 tūrio dalys deguonies arba 25 tūrio dalys oro. Iš šių duomenų matyti, kad, didėjant anglies atomų skaičiui dujų molekulėje: 1) 1 moliui (arba atitinkamai vienai tūrio daliai) dujų sudeginti reikia vis daugiau deguonies arba oro; 2) dujų tūrio dalis mišinyje kaskart mažėja ir dėl to didėja pavojus, kad susidarys sprogus mišinys. Todėl, baigus darbus, būtina užsukti čiaupus, o, prieš uždegant dujas, patikrinti, ar čiaupai užsukti. Dujiniai angliavandeniliai yra bekvapės medžiagos.

Jų nuotėkiui pajusti į dujas įmaišoma nemalonų kvapą turinčių medžiagų. Propanas ir butanas – sunkesnės už orą dujos, todėl viryklių, prie kurių jungiami suskystintųjų dujų balionai, negalima statyti namų rūsiuose ar kitose sunkiai vėdinamose patalpose. Pajutus dujų kvapą, reikia nedelsiant išvėdinti patalpas, mėginti išsiaiškinti dujų nuotėkio priežastį ir ją pašalinti arba iškviesti dujų priežiūros tarnybą, įspėti aplinkinius, kad netyčia nesukeltų dujų sprogimo. Svarbu stebėti ir degančių dujų liepsnos spalvą, laiku sureguliuoti viryklės degiklius.

Pasitikrinkite žinias

1. Nubraižykite grafiką, kuris atspindėtų alkanų virimo temperatūros priklausomybę nuo anglies atomų skaičiaus molekulėje. (Pasinaudokite p. 123 pateikiamos lentelės duomenimis.)

2. Paaiškinkite, kodėl žvakės (jos daromos iš kietųjų alkanų, kurių molekulėse yra nuo 18 iki 35 anglies atomų) dega ryškiai geltona liepsna. Kaip įrodytumėte, kad liepsnoje yra nesudegusių anglies dalelių?

3. Apskaičiuokite, kiek kartų propano dujos sunkesnės už orą.

4. Kuris iš šių angliavandenilių sudaro didžiausią gamtinių dujų tūrio dalį?

A C_4H_{10} **B** C_3H_8 **C** C_2H_6 **D** CH_4

5. Parašykite etano degimo reakcijos lygtį, žinodami, kad degimo produktai yra anglies(IV) oksidas ir vanduo. Koks turi būti etano ir deguonies tūrių santykis, kad medžiagos visiškai sureaguotų?

6. Kiek litrų deguonies (n. s.) reikia, kad visiškai sudegtų: a) 4 l etano; b) 0,5 mol etano; c) 5 m^3 etano?

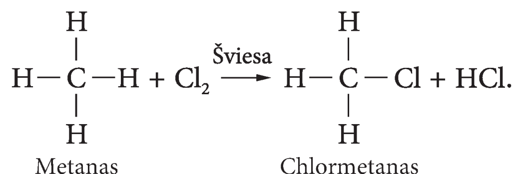
7. Dujinio sočiojo angliavandenilio tankis oro atžvilgiu lygus 2. Junginyje yra 82,8 % anglies ir 17,2 % vandenilio. Koks tai angliavandenilis? Kokia jo molekulinė ir sutrumpinta struktūrinė formulė?

8. Koks turi būti oro tūris (n. s.), kad visiškai sudegtų 0,5 m^3 gamtinių dujų, kurių sudėtyje yra 98 % metano (pagal tūrį)? (Kitoms mišinyje esančioms dujoms degti šiuo atveju reikia labai nedaug oro, todėl jo tūrio galima neskaičiuoti.)

9. Automobiliniai degalai – suskystintosios dujos, kurių sudėtis tokia: 60 % propano ir 40 % butano (pagal tūrį). Šio dujų mišinio tankis yra 0,54 g/cm^3. Koks tūris (kubiniais metrais) anglies(IV) oksido (n. s.) išsiskiria, sudegant 10 l šių degalų?

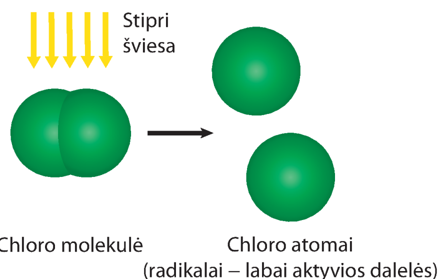
• **Sąveika su halogenais.** Buityje, technikoje, pramonėje, medicinoje įvairioms reikmėms naudojami organiniai junginiai, kurių sudėtyje yra halogenų. Dauguma jų gaunama iš sočiųjų angliavandenilių, vykdant halogeninimo (sąveikos su halogenais F_2, Cl_2, Br_2, I_2) reakcijas. Su fluoru reakcijos vyksta intensyviai net žemoje temperatūroje, su chloru ir bromu – kai medžiagos pakaitinamos arba stipriai apšviečiamos, su jodu – sunkiausiai arba praktiškai nevyksta.

Reakcijų metu halogenai gali pakeisti sočiųjų angliavandenilių molekulėje vieną, du ir daugiau vandenilio atomų. Tai priklauso nuo sočiojo angliavandenilio ir halogeno pradinių kiekių santykio. Pavyzdžiui, jei metano ir chloro kiekių santykis yra 1 mol : 1 mol, tai vienas chloro atomas pakeičia vieną vandenilio atomą metano molekulėje ir susidaro halogeninis darinys – **halogenalkãnas**, šiuo atveju – **chlormetãnas**:

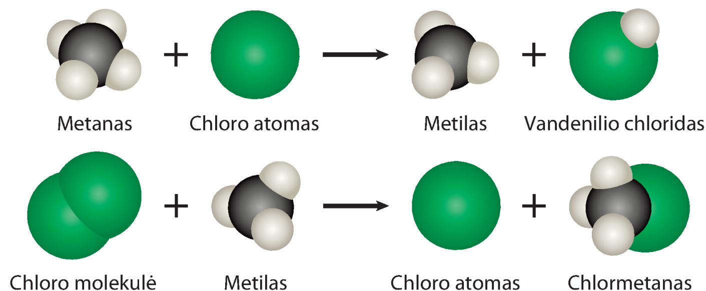


Ši reakcija įvyksta labai greitai (kartais lydima sprogimo). Ji dar vadinama grandinine reakcija. Kitimų grandinės schema tokia:

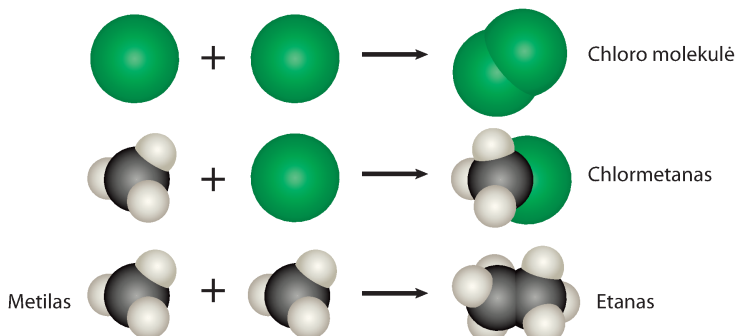
1. Reakcijos sužadinimas



2. Grandininė reakcija (labai greita)



3. Reakcijos pabaiga



Ši reakcija vadinama **pakaitų reãkcija**. Jei reaguojančiųjų medžiagų kiekių santykis keičiasi, susidaro junginiai, kurių molekulėje chloro atomų skaičius didėja: CH_2Cl_2, $CHCl_3$, CCl_4.

Parašykite metano ir chloro pakaitų reakcijos lygtį, kai chloras metano molekulėje pakeičia du vandenilio atomus.

Halogenalkanų naudojimas. Halogenalkanai plačiai naudojami organinių medžiagų sintezėje ir pramonėje kaip tirpikliai, šaldalai, žaliavos polimerinėms medžiagoms bei sintetiniams pluoštams gauti:

Halogenalkanas	Molekulinė formulė, savybės	Naudojimas
Chlormetanas	CH_3Cl (dujos)	Šaldalas; sintetinant kai kurias organines medžiagas; tirpiklis kaučiuko gamybai
Chloretanas	C_2H_5Cl (lakus skystis)	Medicinoje skaudamai vietai nuskausminti (atšaldo); žaliava kitiems organiniams junginiams gauti
Trichlormetanas (chloroformas)	$CHCl_3$ (bespalvis, nuodingas skystis)	Tirpiklis; žaliava freonų* gamybai
Tetrachlormetanas	CCl_4 (bespalvis, nuodingas, nedegus skystis)	Tirpiklis; žaliava freonų gamybai
1,2-dichloretanas	$C_2H_4Cl_2$ (bespalvis, nuodingas skystis)	Tirpiklis (tirpina riebalus, dervas, sakus); organinių medžiagų sintezėje
Dichlordifluormetanas	CCl_2F_2 (freonas 12; bespalvės, nuodingos dujos)	Žaliava freonų gamybai (šaldalas šaldytuvuose); propelentas (lot. *propellens* – stumiantis, varantis) aerozolių balionėliuose
Trichlorfluormetanas	CCl_3F (freonas 11; bespalvės, nuodingos dujos)	Žaliava freonų gamybai; putokšlis akytiesiems plastikams gaminti
1,1,2,2-tetrafluoretanas	CHF_2-CHF_2 (bespalvės, nuodingos dujos)	Šaldalas šiuolaikiniuose šaldytuvuose
2-brom-2-chlor-1,1,1-trifluoretanas (halotanas)	$CF_3-CHBrCl$ (bespalvis, lakus skystis)	Bendrojo poveikio anestetikas (nejautrai, narkozei)

*Freonai (šaldalai) – lakūs fluorinti ir chlorinti angliavandenilių dariniai (dujiniai arba skysti sotieji halogenalkanai, kurių molekulėse yra fluoro ir chloro atomų). Jie sutrumpintai žymimi CFA (chlorfluoralkanai). Chlorfluoralkanai nedega, nesprogsta, neskatina metalų korozijos, chemiškai neaktyvūs, daugiau ar mažiau nuodingi.

Pastaba. Pagal sisteminę nomenklatūrą halogenalkanų pavadinimai sudaromi iš angliavandenilio pavadinimo ir halogeno – pakaito – pavadinimo, nurodant skaičiumi halogeno atomo vietą anglies grandinėje. C grandinė numeruojama taip, kad pakaitas būtų pažymėtas mažiausiu skaičiumi arba mažiausia pakaitų skaičių suma. Jei molekulėje yra 2, 3 ar daugiau halogenų atomų, jie išvardijami abėcėlės tvarka: brom-, chlor-, fluor-, skaičiumi nurodant pakaitų vietą ir pridedant skaitinius priešdėlius di-, tri-, tetra- ir t. t.

Įvairios sudėties halogenalkanai naudojami drabužių sausam valymui. Tačiau besaikis CFA junginių naudojimas kelia didžiulę grėsmę gamtai. Halogenalkanų CFA molekulės gana patvarios, Žemės atmosferoje gali išbūti per 100 metų. Patekusios į aukštesnius atmosferos sluoksnius (maždaug 10–50 km aukštyje), jos dėl intensyvios ultravioletinės spinduliuotės (UV) poveikio skyla. Atsiranda laisvų chloro atomų Cl• (radikalų). Vykstant gana sudėtingoms reakcijoms, ozono sluoksnis ỹra, plonėja. (Apie ozono skyles jau buvo kalbėta aštuntos ir dešimtos klasės chemijos kurse; žr. p. 48). Dėl šio reiškinio Žemės paviršių pasiekia daugiau pavojingų UV spindulių. Todėl veikiančiuose įrenginiuose CFA dar leidžiama naudoti, o projektuojamuose – uždrausta. Aerozolių balionėliai pripildomi ne fluorintų ir chlorin-

tų angliavandenilių, o suskystinto propano, butano, metilpropano, azoto, anglies(IV) oksido. Perspektyviais laikomi fluorinti angliavandenilių dariniai – fluoralkanai HFA. Jų molekulės atmosferoje suyra palyginti greitai, be to, jose nėra chloro. HFA aplinkai kenkia kur kas mažiau negu CFA. Šiuolaikiniuose šaldytuvuose naudojamų šaldalų 1,1,2,2-tetrafluoretano CHF_2-CHF_2 ir 1,1,1,2-tetrafluoretano CF_3-CH_2F šaldomosios savybės labai panašios į anksčiau naudoto dichlordifluoralkano CCl_2F_2 (freono 12).

Parašykite šaldytuvuose naudojamų junginių (šaldalų) nesutrumpintas struktūrines formules.

Pasitikrinkite žinias

1. Kokie junginiai vadinami halogenalkanais?
2. Kodėl senus šaldytuvus reikia atiduoti atliekas tvarkančioms tarnyboms, o ne išmesti bet kur?
3. Parašykite metano reakcijos su bromu lygtį, kai reaguojančių medžiagų kiekių santykis yra:
a) $CH_4 : Br_2$ = 1 mol : 1 mol; b) $CH_4 : Br_2$ = 1 mol : 2 mol.
4. Parašykite šių junginių sutrumpintas struktūrines formules:
a) 1,1-dichloretano; b) 1,2-dichloretano; c) 1,2-dibrompropano;
d) 3-chlor-2-metilbutano.
5. 2-brom-2-chlor-1,1,1-trifluoretanas naudojamas medicinoje nejautrai. Parašykite šio junginio molekulinę ir nesutrumpintą struktūrinę formulę.
6. Halogenalkano molekulėje anglis sudaro 45,85 %, vandenilis – 8,92 %, chloras – 45,22 %. Parašykite šio junginio molekulinę ir sutrumpintą struktūrinę formulę.

1.2. Nesotieji angliavandeniliai

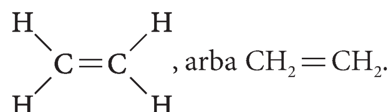
1.2.1. Molekulių sudėtis, junginių pavadinimai

Angliavandeniliai, kurių molekulėje tarp anglies atomų yra dvigubųjų ar trigubųjų ryšių, vadinami **nesočiaĩsiais angliavandenìliais**.

Vienas dvigubasis ar trigubasis ryšys gali susieti du anglies atomus.

Angliavandeniliai, kurių molekulėse tarp anglies atomų yra vienas dvigubasis ryšys, vadinami **alkènais**.

Pats paprasčiausias pagal sudėtį alkenas yra etenas (etilenas)



, arba $CH_2=CH_2$.

Angliavandeniliai, kurių molekulėse tarp anglies atomų yra vienas trigubasis ryšys, vadinami **alkìnais**.

Paprasčiausias alkinas – etinas (acetilenas) $C-H\equiv C-H$.

Nesočiųjų angliavandenilių pavadinimai (pagal IUPAC sisteminę nomenklatūrą) kildinami iš sočiųjų angliavandenilių pavadinimų. Sudarant alkenų pavadinimus, alkanų priesaga -*an*- keičiama į priesagą -*en*-, o, sudarant alkinų pavadinimus, – į priesagą -*in*-.

? *Palyginkite sočiojo angliavandenilio etano $CH_3{-}CH_3$ molekulės, kurioje yra du anglies atomai, ir eteno $CH_2{=}CH_2$ bei etino $CH{\equiv}CH$ molekulių sudėtį.*

Eteno ir etino molekulių sandaros palyginimas

Angliavandenilis	Etenas (etilenas)	Etinas (acetilenas)
Molekulinė formulė	C_2H_4	C_2H_2
Struktūrinė formulė	$CH_2{=}CH_2$	$CH{\equiv}CH$
Molekulės erdvinis modelis		
Bendroji alkenų ir alkinų formulė	C_nH_{2n}	C_nH_{2n-2}

Lygindami molekulių sudėtį, matome, kad etenas turi dviem vandenilio atomais, o etinas – net keturiais mažiau negu etanas. Vadinasi, eteno ir etino molekulėse anglies ir vandenilio atomų galimų ryšių skaičius nėra didžiausias. Todėl šie junginiai bei jų homologai vadinami nesočiaisiais angliavandeniliais.

Dvigubieji ir trigubieji ryšiai yra **nesotíeji (daugiagubíeji) ryšiaĩ**.

? *Suskaičiuokite, kiek iš viso kovalentinių ryšių tarp anglies ir vandenilio atomų yra etano, eteno ir etino molekulėse.*

Įsidėmėkite

Nesočiuosiuose angliavandeniliuose, kaip ir kituose organiniuose junginiuose, anglis yra keturvalentė, nes kiekvienas jos atomas su kitais atomais turi po keturis kovalentinius ryšius.

Alkenų ir alkinų, kaip ir sočiųjų angliavandenilių, gretimi homologai skiriasi $-CH_2-$ atomų grupe. Pavyzdžiui, eteno homologas yra propenas $CH_3{-}CH{=}CH_2$, etino $\mathbf{CH{\equiv}C{-}CH_3}$ – propinas.

Jeigu molekulėje yra daugiau negu trys anglies atomai, pavadinime skaičiumi nurodoma vieta, kur yra dvigubasis ar trigubasis ryšys. Dėl to anglies atomai grandinėje numeruojami nuo to jos galo, prie kurio arčiau yra nesotusis ryšys. Pavyzdžiui, junginio $CH_3{-}CH{=}CH{-}CH_2{-}CH_3$ taisyklingas pavadinimas yra 2-pentenas, o netaisyklingas – 3-pentenas. Nesočiųjų angliavandenilių izomerija daug sudėtingesnė negu sočiųjų. Izomerų skaičių lemia ne tik anglies atomų jungimosi molekulėje tvarka, bet ir dvigubojo ar trigubojo ryšio vieta grandinėje. Be to, yra ir daugiau struktūrinių veiksnių, dėl kurių didėja atitinkamų organinių junginių izomerų skaičius. Apie juos plačiau sužinosite, mokydamiesi chemijos vienuoliktoje ir dvyliktoje klasėje.

Pasitikrinkite žinias

1. Kokie junginiai vadinami: a) alkenais; b) alkinais?
2. Kurios iš šių formulių žymi nesočiųjų angliavandenilių sudėtį: C_2H_4; C_5H_{12}; C_6H_{14}; C_3H_4; C_8H_{18}; C_4H_8?
3. Kiek iš viso cheminių ryšių yra: a) eteno molekulėje C_2H_4; b) propino molekulėje $CH \equiv C - CH_3$?
4. Parašykite alkeno ir alkino, kurių molekulėje yra trys anglies atomai, nesutrumpintas ir sutrumpintas struktūrines formules.
5. 2-metilpropeno sutrumpinta struktūrinė formulė yra tokia: $CH_2 = C(CH_3) - CH_3$. Parašykite šio alkeno nesutrumpintą struktūrinę formulę.
6. Kiek iš viso atomų sudaro: a) vieną propeno molekulę; b) penkias etino molekules; c) 0,5 mol eteno; d) 2 mol propino?

Įsiminkite sąvokas

- Nesotùsis angliavandenìlis
- Alkènas
- Alkìnas

1.2.2. Alkenų ir alkinų savybės ir naudojimas

Fizikinės savybės. Alkenai ir alkinai, kaip ir alkanai, yra trejopos agregatinės būsenos medžiagos. Jie yra chemiškai aktyvesni už sočiuosius angliavandenilius. Tai lemia dvigubasis arba trigubasis ryšys molekulėse.

Kai kurių alkenų ir alkinų fizikinių savybių palyginimas

Alkenas	Molekulinė formulė	Virimo temperatūra, °C	Alkinas	Molekulinė formulė	Virimo temperatūra, °C
Etenas	C_2H_4	–103,7	Etinas	C_2H_2	–84,0
Propenas	C_3H_6	–47,7	Propinas	C_3H_4	–23,2
1-butenas	C_4H_8	–6,3	1-butinas	C_4H_6	8,1
1-pentenas	C_5H_{10}	30,1	1-pentinas	C_5H_8	40,2

Iš lentelėje pateiktų duomenų matyti, kad, didėjant angliavandenilių molekulinei masei, virimo temperatūra didėja. Pirmieji trys alkenai (etenas, propenas ir 1-butenas) yra bespalvės dujos, kiti – skysčiai (nuo C_5H_{10} iki $C_{17}H_{34}$) arba kietosios medžiagos (nuo $C_{18}H_{36}$). Alkinų agregatinė būsena kinta panašiai kaip alkenų: pirmieji angliavandeniliai (etinas, propinas) yra dujos, tolesni, turintys grandinėje C_5–C_{15} anglies atomų, – skysčiai, o dar tolesni (> C_{16}) – kietosios medžiagos. Tiek alkenai, tiek alkinai blogai tirpsta vandenyje, bet gerai – organiniuose tirpikliuose.

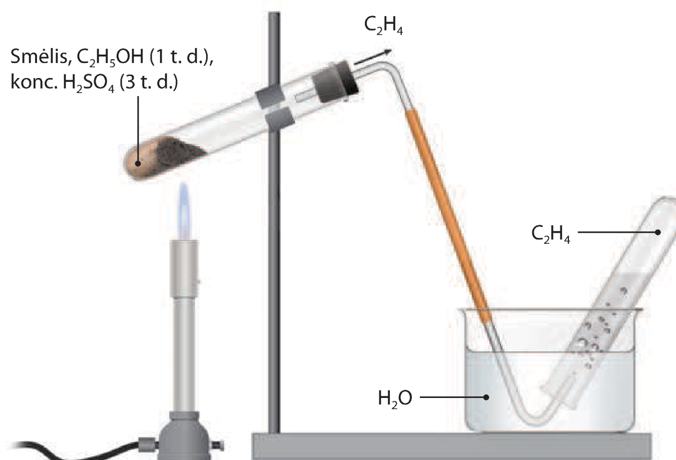
Alkenų cheminės savybės. Alkenų chemines savybes nagrinėsime, remdamiesi paprasčiausio nesočiojo angliavandenilio – eteno – pavyzdžiu. Pirmąkart eteną 1669 m. gavo vokiečių chemikas Johanas Joachimas Becheris (*Becher*, 1635–1682).

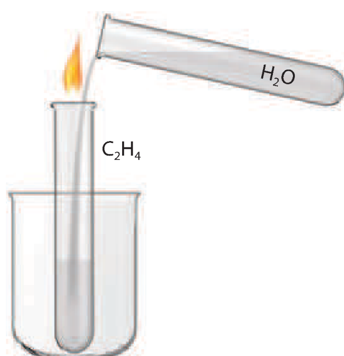
Etenas C_2H_4 – bespalvės ir bekvapės dujos. Kaip ir metanas, jis su deguonimi ar oru sudaro sprogias dujas.

• **Sąveika su deguonimi. Degimas.** Ore etenas dega geltona liepsna. Tai rodo, kad dujos sudega ne iki galo ir švyti įkaitusios anglies dalelės. Eteno sąveiką su oro deguonimi galima užrašyti tokia reakcijos lygtimi:



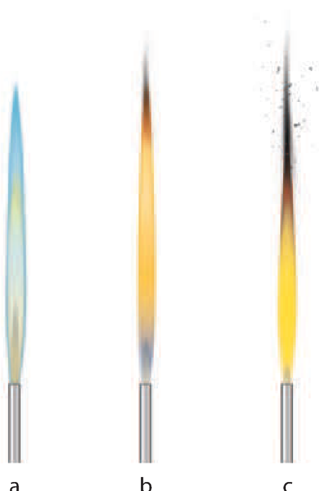
$$C_2H_4 + 3O_2 \rightarrow 2CO_2 + 2H_2O + Q.$$







Eteno gavimas, surinkimas ir degimas



Etano (a), eteno (b) ir etino (c) degimas

Kaip praktiškai galite įrodyti, kad liepsnoje yra anglies dalelių – suodžių?

Ilgėjant angliavandenių anglies atomų grandinei ir didėjant C masės daliai juose, liepsna darosi vis geltonesnė, labiau rūksta.

Paaiškinkite, kodėl skirtingai dega etanas, etenas ir etinas, nors jų molekulėse yra po du anglies atomus.

• **Prisijungimo reakcijos.** Alkenų molekulėse vienas iš dvigubąjį ryšį sudarančių ryšių yra gerokai silpnesnis už kitą. Alkenams sąveikaujant su kitomis medžiagomis, silpnesnis ryšys nutrūksta ir trūkio vietoje prisijungia atitinkami atomai ar atomų grupės (H, Cl, Br, OH).

Vandenilio H_2 prisijungimas vadinamas **hìdrinimo reãkcija**.

Vandenilis prie alkenų molekulių prisijungia, esant tam tikrai temperatūrai ir katalizatoriui:



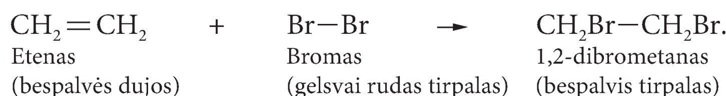
Ši reakcija vykdoma, norint iš nesočiųjų angliavandenilių gauti sočiuosius. Vėliau nagrinėsime sudėtingesnių organinių junginių hidrinimo reakcijas (žr. p. 164).

Halogeno prisijungimas vadinamas **halogèninimo reãkcija**.

Alkenai lengvai prisijungia chlorą ir bromą, labai energingai reaguoja su fluoru (kartais net sprogsta), o su jodu beveik nereaguoja.

Eteno dujas leidžiant pro bromo vandenį $Br_2(aq)$, jo gelsva (rusva) spalva išblunka. Tai rodo, kad angliavandenilio molekulėje yra nesočiųjų (dvigubųjų) ryšių ir dvigubojo ryšio trūkio vietoje prie anglies atomų prisijungia bromo atomai. Gaunamas sotusis halogenalkanas.

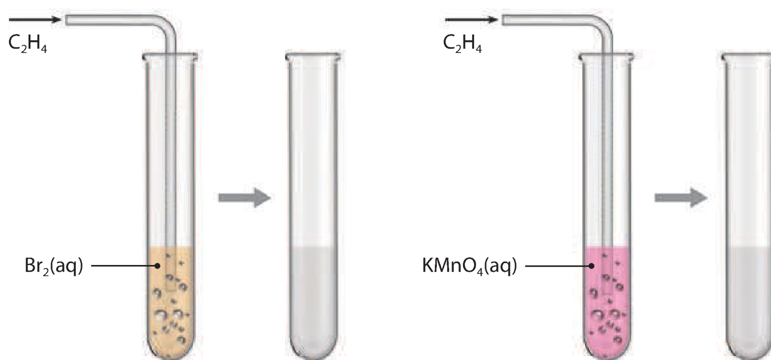
Reakcija su bromu (brominimo reakcija) yra nesočiųjų angliavandenilių atpažinimo reakcija:



(Jei įmanoma, stebėkite virtualų šios reakcijos variantą mkp.emokykla.lt/imo/lt/chemija.)

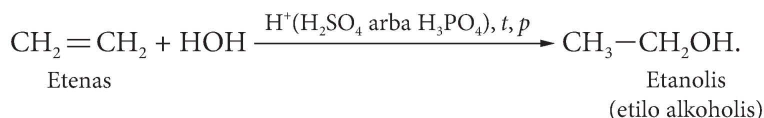
Kita nesočiųjų angliavandenilių atpažinimo reakcija – jų sąveika su kalio permanganato $KMnO_4$ tirpalu.

Junginiai, turintys dvigubųjų ar trigubųjų ryšių, blukina $KMnO_4$ tirpalą (violetinis tirpalas pasidaro bespalvis arba gelsvas).



Eteno atpažinimo reakcijos (sąveika su bromo vandeniu $Br_2(aq)$ ir su kalio permanganato $KMnO_4$ tirpalu)

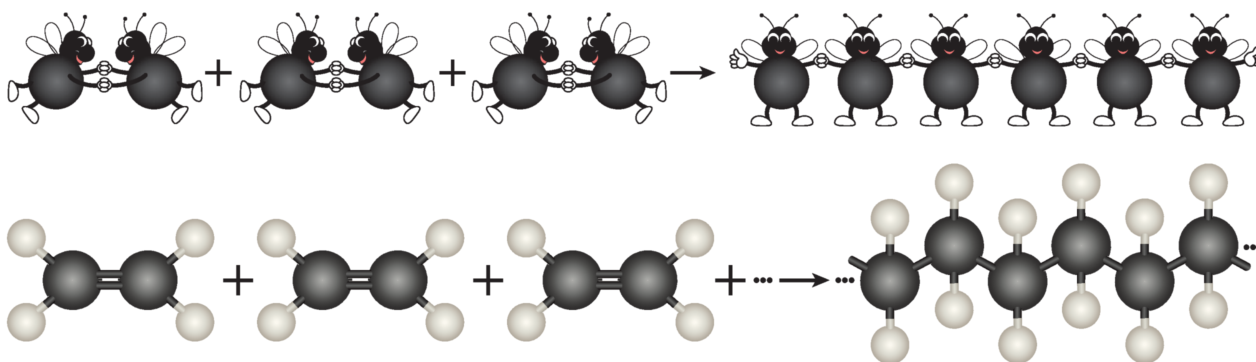
Vandens H_2O prisijungimas vadinamas **hidratãcijos reãkcija**.



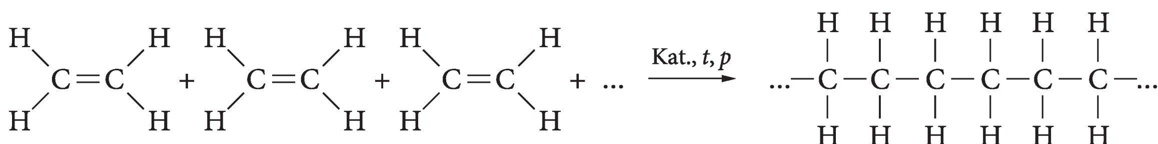
Tokiu būdu chemijos pramonėje gaunamas etanolis, t. y. etilo alkoholis (žr. p. 158).

- **Polimerizacija.** Dvigubieji ryšiai alkenų molekulėse lemia dar vieną labai svarbią jų savybę – gebėjimą jungtis tarpusavyje į ilgas grandines. Eteno molekulėje nutrūkus vienam ryšiui tarp anglies atomų, susidaro nauji viengubieji ryšiai tarp gretimų molekulių anglies atomų.

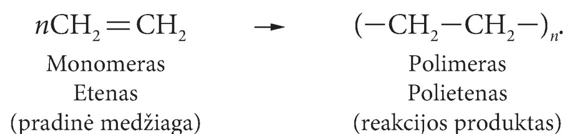
Reakcijos, kurioms vykstant molekulės jungiasi tarpusavyje sudarydamos ilgas grandines, vadinamos **polimerizãcijos reãkcijomis**.



Polimerizacijos reakcijos modeliai



Polimerizacijos reakcija sutrumpintai užrašoma taip:



Polimerai (gr. *polymeres* – daugialypis) susidaro jungiantis tarpusavyje dideliam skaičiui mažos molekulinės masės junginių – monomerų (gr. *mono* – vienas, vienintelis, *meros* – dalis). *n* – susijungusių molekulių arba polimero molekulėje pasikartojančių struktūrinių grandžių $-CH_2-CH_2-$ skaičius, kuris gali būti didesnis kaip 100 tūkstančių. Polimerų molekulės vadinamos **makromolèkulėmis** (gr. *makros* – didelis, ilgas), o polimerai – **stambiamolèkuliais junginiaĩs**.

Polimerizacijos reakcijai reikia tam tikrų sąlygų: atitinkamos temperatūros, slėgio, katalizatoriaus.

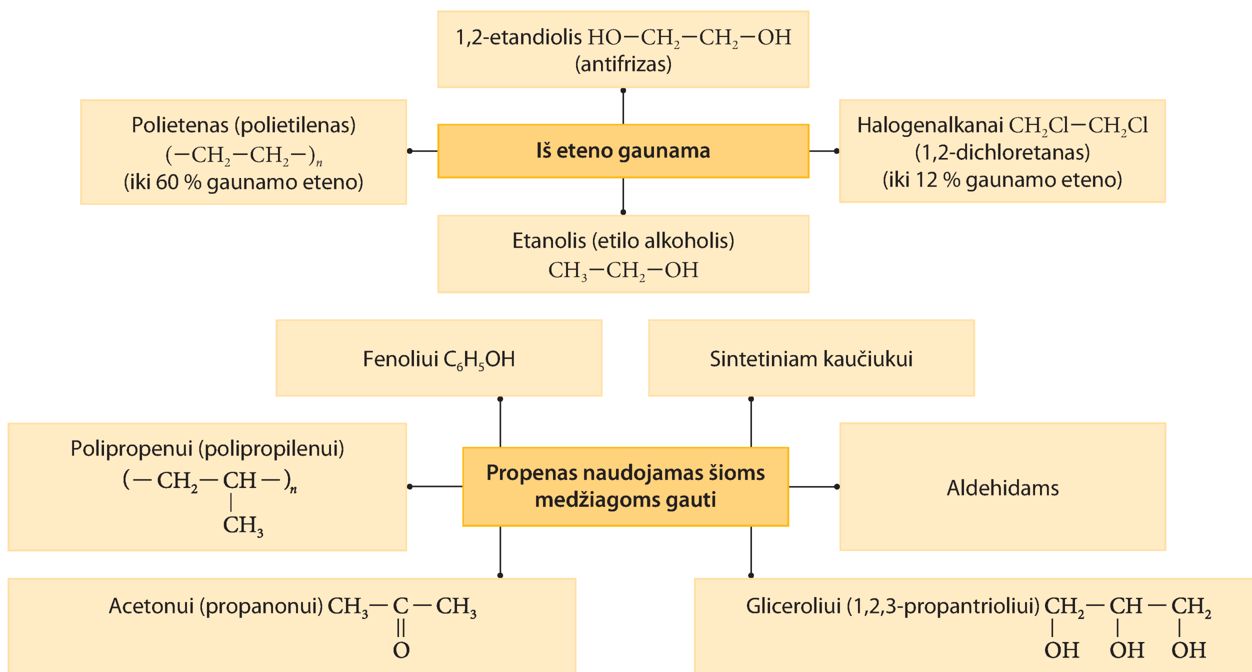
Polimerai plačiai taikomi buityje, statybose, automobilių ir kitų transporto priemonių gamyboje ir kt.

Eteno ir propeno naudojimas. Eteno dujos naudojamos vaisiams ir daržovėms (bananams, kriaušėms, pomidorams, melionams ir kt.) nokinti. Pavyzdžiui, nuskintus žalius bananus pakanka palaikyti eteno aplinkoje ir jie prinoksta neprarasdami nei skonio, nei kvapo. Dėl to juos patogu vežti dideliais atstumais ir išsaugoti sveikus.

Iš eteno gaunama daug kitų organinių junginių. Paminėsime tik kai kuriuos iš jų (žr. schemą).

Įsiminkite sąvokas

- Hìdrinimo reãkcija
- Halogèninimo reãkcija
- Hidratãcijos reãkcija
- Polimerizãcijos reãkcija



Pasitikrinkite žinias

1. Apskaičiuokite, kurią masės dalį procentais sudaro anglis ir vandenilis šiuose nesočiuosiuose angliavandeniliuose: a) propene C_3H_6; b) propine C_3H_4.

2. Kuriam angliavandeniliui – propenui ar propinui – degant matysite daugiau juodų dūmų (suodžių)? Kodėl?

3. Kodėl alkenams būdingos prisijungimo reakcijos?

4. Palygindami propano ir propeno degimo reakcijų lygtis


$$C_3H_8 + 5O_2 \rightarrow 3CO_2 + 4H_2O + Q,$$


$$2C_3H_6 + 9O_2 \rightarrow 6CO_2 + 6H_2O + Q,$$

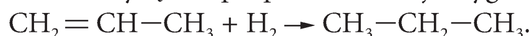
apskaičiuokite, kiek litrų deguonies (n. s.) reikia, kad visiškai sudegtų 4 l kiekvienų dujų.

5. Pabaikite rašyti hidrinimo reakcijos lygtį


$$CH_2{=}CH{-}CH_3 + H_2 \rightarrow ...$$

a) Parašykite reaguojančiųjų medžiagų ir reakcijos produkto pavadinimus.

b) Kiek litrų propeno ir vandenilio (n. s.) reikia hidrinimo reakcijai, kad jos metu susidarytų 20 l propano? Reakcijos lygtis:



$$CH_2{=}CH{-}CH_3 + H_2 \rightarrow CH_3{-}CH_2{-}CH_3.$$

6. Pabaikite rašyti reakcijos lygtį $CH_2{=}CH_2 + Cl_2 \rightarrow$ ... Joje rašykite nesutrumpintas organinių junginių struktūrines formules. Nurodykite gauto junginio pavadinimą (pagal IUPAC).

7. Parašykite propeno $CH_2{=}CH(CH_3)$ polimerizacijos reakcijos lygtį.



1.3. Aromatiniai angliavandeniliai

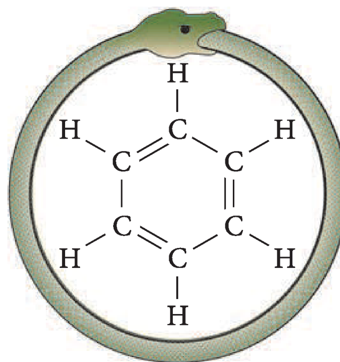
Iš kur kilo aromatinių angliavandenilių pavadinimas? Dar žiloje senovėje pastebėta, kad kai kurios iš augalų žiedų, vaisių, šaknų, lapų ar medienos išskiriamos medžiagos – eteriniai aliejai, dervos – turi malonų kvapą. Tūkstančius metų jos buvo naudojamos ir tebenaudojamos parfumerijoje, kosmetikoje, kulinarijoje, farmacijoje, smilkalų gamybai. Tyrinėjant kvapiąsias medžiagas, nustatyta, kad daugelio jų sudėtyje yra junginių, turinčių benzeno žiedą. Tie junginiai buvo pavadinti aromatiniais junginiais.

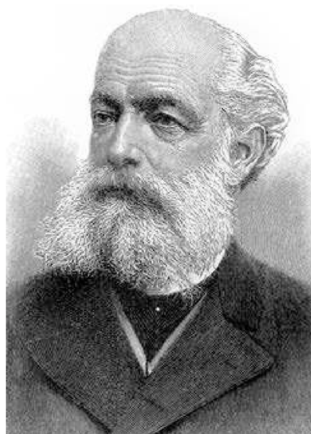
Angliavandeniliai, turintys benzeno žiedą, vadinami **aromãtiniais angliavandeniÌliais**, arba **arènais**.

Žodis „aromatinis" (gr. *aroma* (kilm. *aromatos*) – kvapios žolės ar šaknys) siejamas su žodžiu „aromatas" – kvapus, kvepiantis. Aromatinio angliavandenilio molekulėje šeši anglies atomai susijungę į uždarą žiedą. Paprasčiausias aromatinis angliavandenilis – benzenas C_6H_6.

Benzeno molekulės struktūra

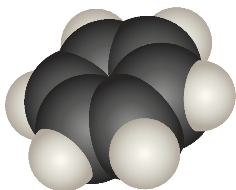
Benzeną 1825 m. atrado anglų fizikas ir chemikas Maiklas Faradėjus (*Faraday*). Netrukus buvo nustatyta jo molekulinė formulė C_6H_6. Benzeno molekulės struktūra gana sudėtinga (detaliau apie tai mokysitės vėliau). Struktūrinę formulę 1865 m. pirmąkart pasiūlė vokiečių chemikas Frydrichas Augustas Kėkulė (*Kekule*). Benzeno formulę jis pavaizdavo kaip uždarą žiedą, sudarytą iš šešių susijungusių anglies atomų:

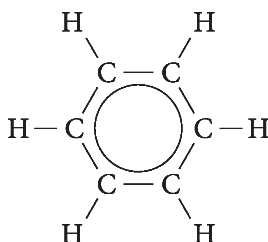




Frydrichas Augustas Kėkulė fon Štradonicas (*Kekule von Stradonitz*, 1829–1896) – vokiečių chemikas organikas, vienas iš valentingumo teorijos kūrėjų. Savo moksliniais darbais jis įrodė, kad organiniuose junginiuose anglis yra keturvalentė, kad anglies atomai gali jungtis į grandines. Kėkulė atrado būdą benzeno ir kitų aromatinių angliavandenilių struktūrai vaizduoti.

Kėkulės pasiūlyta benzeno molekulės schema žymima paprastesne struktūrine formule ⟷ . Pasakojama, kad benzeno molekulės modelį mokslininkas susapnavo. Tai taisyklìngasis šešiãkampis, kurio uždaroje grandinėje anglies atomai susijungę ir viengubaisiais, ir dvigubaisiais ryšiais. Tik maždaug po 30 metų, pritaikius naujus medžiagų tyrimo metodus, buvo nustatyta, kad viengubieji ir dvigubieji ryšiai benzeno molekulėje keičiasi nenuosekliai. Trys dvigubieji ryšiai pasiskirsto po lygiai tarp visų šešių anglies atomų. Todėl benzeno struktūrinė formulė dažnai vaizduojama taip:


Benzeno molekulės erdvinis modelis



Benzeno homologų bendroji molekulinė formulė yra C_6H_{2n-6}.

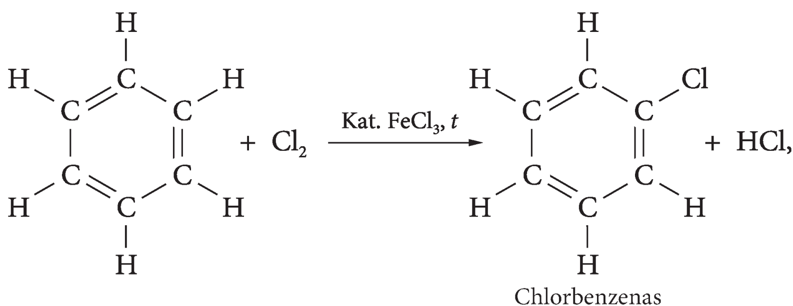
Benzeno savybės

Fizikinės savybės. Benzenas – bespalvis, savito kvapo skystis. Jis netirpsta vandenyje, bet gerai tirpsta daugelyje organinių tirpiklių.

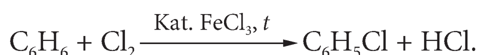
Biologinis poveikis. Benzenas – nuodinga medžiaga, stiprus kancerogenas (medžiaga, sukelianti piktybinių navikų susidarymą). Benzeno garai veikia centrinę nervų sistemą. Jų įkvėpus, ima svaigti galva, pykina. Jei patalpoje benzeno garų koncentracija labai didelė, gali ištikti staigi mirtis. Skystas benzenas smarkiai dirgina odą.

Cheminės savybės. Tai, kad benzeno molekulėje cheminis ryšys tarp anglies atomų yra kitoks negu jau nagrinėtuose angliavandeniliuose, patvirtina jo cheminės savybės. Benzenas turi ir sotiesiems, ir nesotiesiems angliavandeniliams būdingų savybių, užima tarytum tarpinę vietą tarp jų.

- **Pakaitų reakcija.** Benzenas reaguoja su halogenais panašiai kaip alkanai. Vyksta reakcija

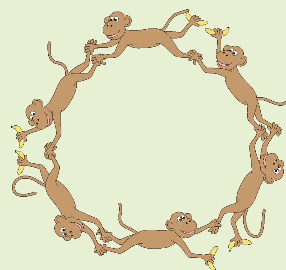


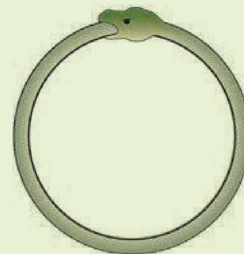
Chlorbenzenas

arba  $C_6H_6 + Cl_2 \xrightarrow{\text{Kat. } FeCl_3,\ t} C_6H_5Cl + HCl.$

Tai įdomu

Štai vienas iš pasakojimų apie Frydrichą Augustą Kėkulę, aprašomų Vaclavo Golembovičiaus (*Golembowicz*) knygoje „Linksmoji enciklopedija“ (Mokslas, 1987, p. 68): „Lankydamasis Gente (Belgija), gyvenau kambaryje, kur nepatekdavo dienos šviesa. Sėdėjau kartą ir rašiau vadovėlį, bet kažkodėl nesisekė. Tuomet atsukau krėslą į židinį ir ėmiau snūduriuoti. Vėl prieš akis ėmė šokti atomai ... Ilgos grandinės, dažnai tankiai susipynusios, juda, sukasi, rangosi kaip žalčiai. Ir staiga – čia kas? Vienas žaltys sugriebė savo paties uodegą. Šis paveikslas lyg erzindamas sukosi ir sukosi man akyse. Nubudau it žaibui plykstelėjus. Likusią nakties dalį rašiau išvadas.“ Todėl benzeno molekulės modelio kilmė vaizduojama įvairiais linksmais paveikslais:






Benzeno degimas

Chlorbenzenas naudojamas kaip tirpiklis (tirpina dervas, degutus), benzeno dariniui – fenoliui (žr. p. 139) – gauti, vaistų gamybai.

- **Oksidacijos reakcijos.** Benzeno garų ir oro mišinys sprogsta. Degant benzenui, išsiskiria labai daug suodžių.



Pagalvokite, kodėl benzenas dega smarkiai rūkdamas. Apskaičiuokite anglies masės dalį benzeno molekulėje ir palyginkite ją su anglies masės dalimi etine (acetilene).

Kad benzenas sudegtų visiškai, reikia į jį papildomai pūsti oro arba deguonies. Tada degimo produktai yra anglies(IV) oksidas ir vanduo:

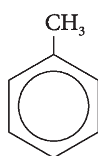


$$2C_6H_6 + 15O_2 \rightarrow 12CO_2 + 6H_2O.$$



Įsidėmėkite: įprastomis sąlygomis benzenas neblukina kalio permanganato tirpalo!

Benzeno homologus kalio permanganato tirpalas oksiduoja. Kaitinant tolueno



ir kalio permanganato tirpalo mišinį, violetinė spalva išblunka. Veikiama benzeno žiedo, metilo (pakaito) grupė CH_3- pasidaro aktyvi, oksiduojasi ir virsta karboksigrupe $-COOH$: [benzeno žiedas su COOH]. Gaunama benzenkarboksirūgštis, turinti konservuojančių savybių (žr. p. 174).

Benzeno gavimas ir naudojimas

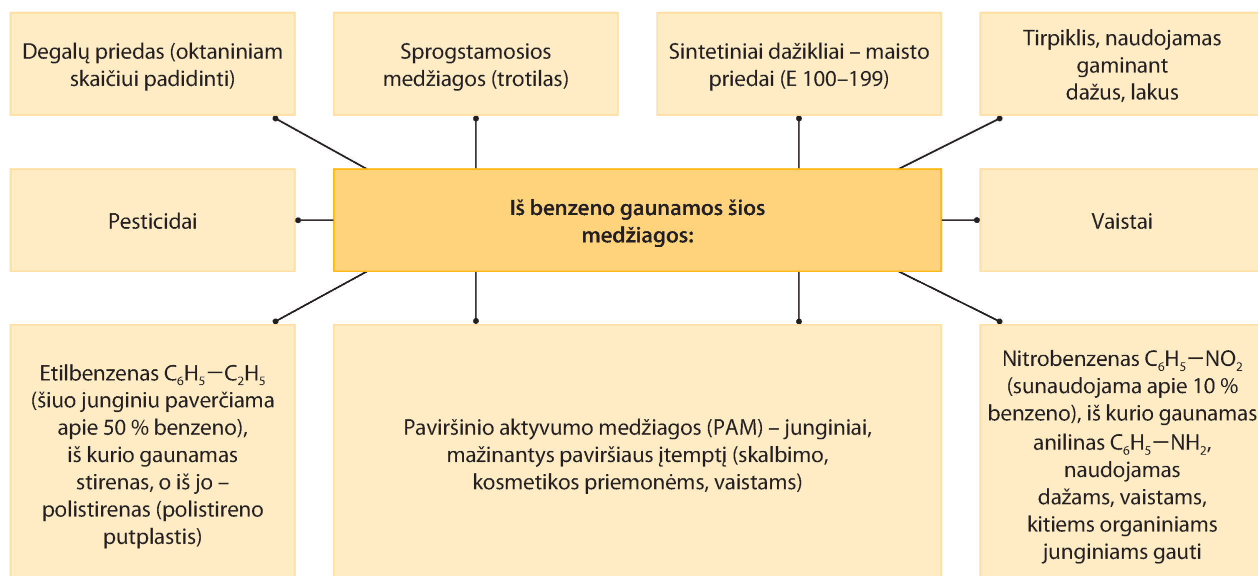
Vieni svarbiausių benzeno, jo homologų ir kitų aromatinių junginių gavimo būdų yra šie:

- **Nãftos pirolìzė*** (arba kitaip – naftos aromatizavimas), t. y. organinių junginių skaidymas aukštoje temperatūroje (650–700 °C) be oro. Iš naftoje esančių alkanų ir cikloalkanų, esant aukštai temperatūrai ir dideliam slėgiui, taip pat naudojant katalizatorius, išgaunami aromatiniai angliavandeniliai: benzenas C_6H_6 (tokiu metodu gaunama iki 50 % benzeno), metilbenzenas, arba toluenas, $C_6H_5-CH_3$ ir kiti benzeno dariniai.
- **Akmeñs angliũ koksãvimas.** Akmens anglis kaitinant be oro 800–1000 °C temperatūroje, organinės medžiagos suyra ir susidaro koksas (anglis kokse sudaro apytiksliai 96–98 %), akmens anglių degutas ir degutinis vanduo. Koksas naudojamas metalurgijoje metalams redukuoti. Distiliuojant degutą, išskiriamas benzenas (šiuo būdu gaunama iki 10 % benzeno), jo homologai, fenolis C_6H_5-OH, o iš degutinio vandens – amoniakas NH_3, fenolis ir kitos medžiagos.



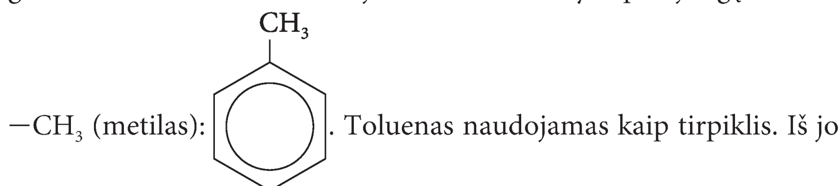
Prisiminkite, kaip aukštakrosnėje iš geležies oksidų Fe_3O_4 ar Fe_2O_3 gaunama geležis Fe.

*Pirolizė (gr. *pyr* – ugnis, *lysis* – tirpdymas, atskyrimas).



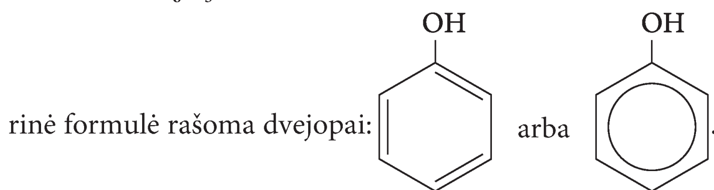
Benzeno dariniai

- **Metilbenzènas, arba toluènas, $C_6H_5{-}CH_3$.** Tai benzeno homologas. Prie benzeno žiedo vietoj vieno H atomo yra prisijungęs alkilas



$-CH_3$ (metilas): . Toluenas naudojamas kaip tirpiklis. Iš jo gaunama benzenkarboksirūgštis (žr. p. 138), sprogstamosios medžiagos (trotilas).

- **Fenòlis C_6H_5OH.** Jis dar vadinamas benzenoliu. Fenolio struktūrinė formulė rašoma dvejopai:

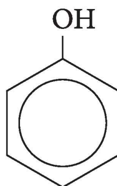


Prisiminkite benzeno struktūrines formules (žr. p. 136, 137). Parašykite nesutrumpintą struktūrinę fenolio formulę.

> **Fenoliù** (gr. *phainō* – apšviečiu, rodau, lot. *oleum* – aliejus) vadinamas benzeno (aromatinio angliavandenilio) darinys, gautas benzeno molekulės vandenilio atomą pakeitus hidroksigrupe ($-OH$).

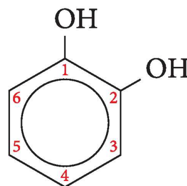
Yra žinoma daug kitų fenolių, kurių molekulės turi kelias hidroksigrupes, susijungusias su vienu aromatiniu žiedu arba dviem ar trimis sujungtais žiedais. Fenolių ir jų darinių yra augaluose (nuo jų priklauso augalo spalva, aromatas, skonis), medienoje, durpėse, akmens anglyse.



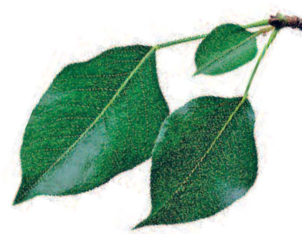


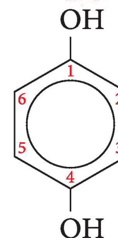
Fenolis





Pirokatecholis (1,2-benzendiolis)





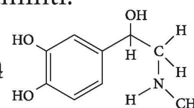
Hidrochinonas (1,4-benzendiolis)

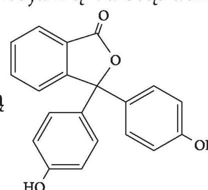
Pušų spygliuose ir kankorėžiuose yra fenolio, greipfrutuose ir svogūnų laiškuose – pirokatecholio, kriaušių lapuose ir sėklose – hidrochinono.

Fenolis – bespalviai, tačiau ore greitai rausvėjantys savito, aštroko kvapo kristalai. Šaltame vandenyje jie beveik netirpsta, o šiltame tirpsta geriau. Tai nuodinga medžiaga. Ji dirgina akių gleivinę, kvėpavimo takus, degina odą. Kvėpavimo takais į organizmą patekęs fenolis veikia centrinę nervų sistemą, slopina žmogaus jautrumą blogiems kvapams. Todėl, būdamas tokioje aplinkoje, žmogus gali stipriai apsinuodyti.

3–5 % fenolio vandeninis tirpalas vadinamas **kárbolio rūgštimi̇̀**. Ji buvo plačiai naudojama kaip antiseptikas ir dezinfekantas. Dabar tiems patiems tikslams naudojami mažesnės koncentracijos (≈1,4–1,5 %) tirpalai.

Fenolis – labai svarbi žaliava daugeliui organinių medžiagų sintetinti. Iš fenolio ir formaldehido gaunama fenolformaldehidinė derva, o iš jos su įvairiais užpildais – plastikai, naudojami elektronikoje izoliacinėms tarpinėms, paneliams (pultų skydams, kuriuose sumontuoti kontrolės ir valdymo prietaisai), guolių įdėklams ir t. t. gaminti. Kiti fenoliai naudojami kaip žaliava vaistams, pesticidams, paviršinio aktyvumo medžiagoms (žr. p. 203), tepalų priedams gaminti.

Paminėsime keletą dažnai vartojamų vaistų: adrenaliną 

spazmams mažinti, fenolftaleiną 

viduriams laisvinti, vitaminus E ir P.

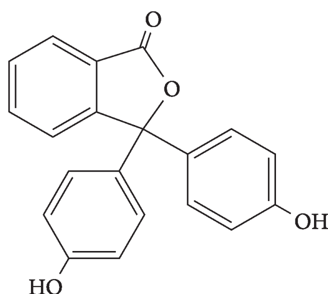
Įsiminkite sąvoką

- Aromãtinis angliavandenìlis

- **Nitrobenzènas $C_6H_5-NO_2$.** Šis junginys gaunamas benzeno molekulės vandenilio atomą pakeičiant nitrogrupe $-NO_2$: NO_2 . Nitrobenzenas yra gelsvas karčiųjų migdolų kvapo nuodingas skystis. Jis – labai svarbus tarpinis produktas anilino dažų gamyboje.

Pasitikrinkite žinias

1. Kokie junginiai vadinami aromatiniais angliavandeniliais? Iš kur kilo šis pavadinimas?
2. Parašykite aromatinio angliavandenilio, kurio sutrumpinta struktūrinė formulė yra $C_6H_5CH_3$, pavadinimą ir nesutrumpintą struktūrinę formulę.
3. Parašykite nesutrumpintomis struktūrinėmis formulėmis benzeno pakaitų reakcijos su bromu lygtį, analogišką sąveikai su chloru (žr. p. 137). Pavadinkite gautą junginį.
4. Kuri iš šių medžiagų: C_2H_6, C_3H_6, C_4H_6, C_6H_6, degs labiausiai rūkdama? Atsakymą pagrįskite.
5. Parašykite dehidrinimo (vandenilio atskėlimo nuo cheminių junginių) reakcijos, kurios metu iš sočiojo angliavandenilio heksano C_6H_{14} gaunamas benzenas, lygtį.
6. Kokio tūrio oro (n. s.) reikia 10 ml benzeno (tankis 0,88 g/cm^3) sudeginti (pučiant papildomai O_2)? Reakcijos lygtis tokia: $2C_6H_6 + 15O_2 \rightarrow 12CO_2 + 6H_2O$.
7. Iš 10 ml cikloheksano C_6H_{12}, kurio tankis 0,778 g/cm^3, vykdant dehidrinimo reakciją, gauta 7,5 ml benzeno (jo tankis 0,88 g/cm^3). Reakcijos lygtis: $C_6H_{12} \rightarrow C_6H_6 + 3H_2$. Apskaičiuokite benzeno išeigą.
8. Fenolftaleinas yra vienas iš fenolio darinių. Jis naudojamas kaip indikatorius šarminei tirpalo terpei nustatyti, taip pat kaip vidurius laisvinantis vaistas. Struktūrinė fenolftaleino formulė tokia:



a) Parašykite fenolftaleino molekulinę formulę.
b) Apskaičiuokite fenolftaleino santykinę molekulinę masę.
9. Namų užduotis. Parenkite projektą ar pranešimą apie aromatinius angliavandenilius ir jų darinius. Informacijos ieškokite interneto svetainėse, enciklopedijose, žinynuose.

1.4. Gamtinės dujos ir nafta – svarbiausi angliavandenilių šaltiniai

Gamtinės dujos, jų sudėtis

Gamtinės dujos – tai natūralios dujos, kurių yra Žemės plutoje. Jos aptinkamos laisvos, ištirpusios vandenyje, naftoje, įsiterpusios į uolienas. Dauguma gamtinių dujų yra degios. Jos susidarė per milijonus metų iš uolienose esančių organinių medžiagų – augalų ir gyvūnų

liekanų. Šie virsmai vyko giliuosiuose Žemės sluoksniuose, kur gana aukšta temperatūra ir didelis slėgis ir kur organines medžiagas bedeguonėje aplinkoje galėjo veikti įvairūs mikroorganizmai.

Gamtinės dujos susidaro per tuos pačius procesus kaip ir nafta (žr. p. 144). Dujų būna viename telkinyje su nafta (ištirpusių joje arba susikaupusių virš jos) arba atskiruose gamtinių dujų telkiniuose, rečiau – su anglimis (maži gamtinių dujų kiekiai gali susidaryti akmens anglių šachtose). Gamtinės dujos aptinkamos Žemės plutos uolienose nuo vieno iki keleto kilometrų gylyje. Jas paprastai dengia dujoms nepralaidžios uolienos.

Į Žemės paviršių gamtinės dujos veržiasi pro uolienų poras, plyšius, gręžinius, šachtas, su požeminio vandens ištakomis, taip pat iš geizerių, ugnikalnių (su lava arba hidrotermų pavidalu).

Lietuvojè gamtinių dujų (daugiausia – metano) yra pelkių, ežerų dumblo sluoksnyje, durpynuose.

Degiosios gamtinės dujos – natūralus, labai degus angliavandenilių mišinys. Jo sudėtis įvairiose radimvietėse yra vis kitokia. Gamtinės dujos sudarytos daugiausia iš metano ir etano. Propano ir butano jose būna daug mažiau. Be angliavandenilių, šiose dujose dar galima aptikti šiek tiek azoto, anglies(IV) oksido, vandenilio sulfido ir kitų dujų (H_2, CO, inertinių dujų) pėdsakų.

Vidutinė gamtinių dujų sudėtis (tūrio %)

CH_4	C_2H_6	C_3H_8	C_4H_{10}	N_2	CO_2	H_2S	Kita
93–98	0,5–4,0	0,2–2,0	0,2–1,0	1,2–2,0	0,1–0,3	0,1–0,5	pėdsakai



Dujų talpyklos ir skirstomieji dujotiekiai

Dujos išgaunamos gręžiniais, paskui dujotiekiais ir laivais (suskystintos) tiekiamos į perdirbimo įmones, kur valomos ir išskirstomos į sudedamąsias dalis – frakcijas.

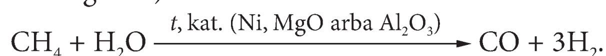
Gamtinės dujos laikomos požeminėse arba antžeminėse dujų talpyklose.

Metanas

Metanas susidaro rūgimo metu pelkėse, vandens telkinių dumble, galvijų skrandyje, sąvartynuose, kanalizacijos šuliniuose ir kitur. Daug metano išsiskiria iš akmens anglių, kaitinamų be oro.

Oro ir metano dujų mišiniai sprogūs, dėl to anglių kasyklose įvyksta sunkių nelaimingų atsitikimų. Ištirta, kad ore metano kiekis po truputį didėja dėl galvijų gausėjimo, taip pat dėl kai kurių kultūrų (pavyzdžiui, ryžių) plotų plėtojimo. Metanas, kaip ir anglies(IV) oksidas, laikomas šiltnamio dujomis.

Iš metano gaunamas vandenilis, etinas (acetilenas) HC≡CH, metanolis CH_3OH, halogeniniai angliavandenilių dariniai, suodžiai C. Akcinėje bendrovėje „Achema“ (Jonavojè) vandenilis gaminamas, veikiant metaną vandens garais (šis vyksmas vadinamas metano konversija vandens garais):



$$CH_4 + H_2O \xrightarrow{t,\ \text{kat. (Ni, MgO arba } Al_2O_3)} CO + 3H_2.$$

Reakcijos metu išsiskyręs vandenilis naudojamas amoniakui NH_3 gauti.

Iš amoniako gaminama azoto rūgštis, reikalinga trąšų gamybai (žr. p. 83, 84).

Aukštoje temperatūroje metanas skyla į anglį ir vandenilį:



$$CH_4 \rightarrow C + 2H_2.$$

Gauta anglis – suodžiai. Labai daug jų (apie 90 %) sunaudojama gumos pramonėje, gaminant padangas. Suodžių dedama į juodus lakus, emales, poligrafinius dažus, tušą, kalkes, spausdinimo juostas, batų tepalus, sausuosius galvaninius elementus, kopijavimo aparatus. Jie naudojami kaip plastikų užpildas.

Gamtinių dujų ištekliai

Manoma, kad pasaulyje išžvalgyti gamtinių dujų ištekliai siekia apie 150 trilijonų kubinių metrų (JTO duomenimis). Esant dabartiniam gavybos lygiui, gamtinių dujų atsargų gali užtekti apie 60–70 metų. Didžiausi telkiniai yra Rùsijoje, Kanãdoje, Norvègijoje, Alžyrè, Jungtìniuose Arãbų Emyrãtuose. Euròpoje daugiausia gamtinių dujų randama Šiáurės jū́roje. Didžiausiame Groningeno (Ný́derlandai) telkinyje gali būti apie 2,8 trilijono kubinių metrų gamtinių dujų.

Gamtinės dujos – tai ir kuras, ir svarbi chemijos pramonės žaliava (kitiems organiniams junginiams gauti). Degant gamtinėms dujoms, išsiskiria daug šilumos. Jos, kaip kuras, daug pranašesnės už mazutą, akmens anglis, medieną, durpes. Todėl daug dujų sunaudojama šiluminėse elektrinėse, pramonės įmonėse, buityje. Suskystintosios dujos (propanas ir butanas) naudojamos kaip automobiliniai degalai. Pagal kai kuriuos rodiklius jos pranoksta ir benziną, ypač dėl aplinkos taršos. Degant dujoms, į aplinką išmetama mažiau anglies(II) oksido, negu degant skystiesiems degalams.

Nafta ir jos perdirbimo produktai

Nafta. Nafta (gr. *naphtha* – nafta) žinoma nuo seniausių laikų, nes, įvairiose vietose susidarius palankioms sąlygoms, savaime išsiliedavo ant Žemės paviršiaus. Dėl naftos kilmės mokslininkai iki šiol neturi vienos nuomonės. Vieni palaiko teoriją, pagal kurią nafta susidarė iš žuvusių jūros organizmų, augalų atliekų. Jos per daugybę metų nugrimzdo į jūros dugną ir veikiamos didelio slėgio, aukštos temperatūros, bakterijų ir kitų mikroorganizmų virto angliavandeniliais, sudarančiais naftą.

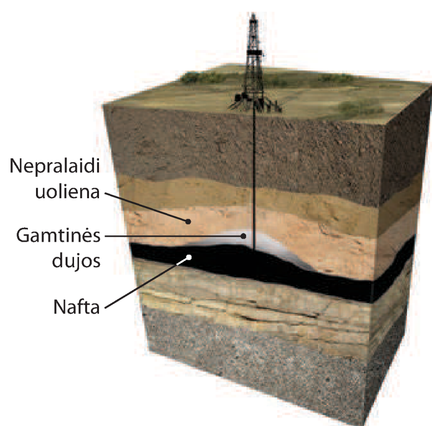
?

Kam bendrovėje naudojamas susintetintas amoniakas?

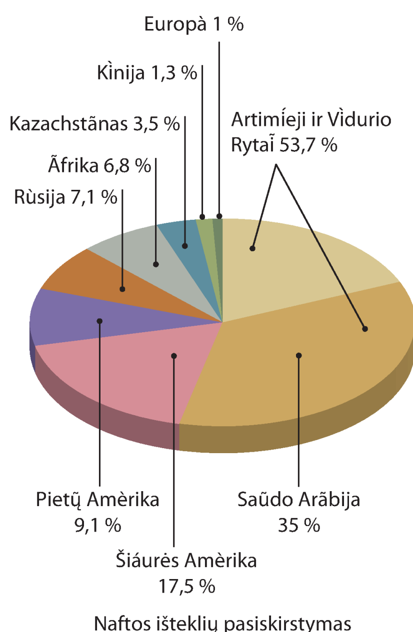
Pasidomėkite, kur sunaudojamas anglies(II) oksidas.

Tai įdomu

Archeologinių tyrimų duomenimis, prie Eufrãto upės išgauti naftą mėginta 4000–6000 m. iki Kr. Ji naudota kurui, bitumai – statybose ir keliams tiesti. Senovės egiptiečiai nafta balzamavo mumijas.



Naftos ir gamtinių dujų klodai



Naftos išteklių pasiskirstymas

Prisiminkite

Distiliacija yra skysčių arba jų mišinių garinimas ir gautų garų kondensavimas.

Kiti mokslininkai palaiko teoriją, teigiančią, kad nafta susidarė kartu su kitomis mineralinėmis medžiagomis, formuojantis Žemei.

Naftos perdirbimo pradžia laikomi 1853 m., kai lenkų mokslininkas Ignacas Lukaševičius (*Lukasiewicz*) iš naftos išgavo žibalą. Pirmasis pramoninis naftos gręžinys išgręžtas Kanãdoje 1858 m. Vėliau naftos gavyba nuolat didėjo, naftos telkinių buvo atrasta JAV, Artimuõsiuose Rytuosè, Azerbaidžanè, Rùsijoje, Pietų̃ Amèrikoje.

Nafta – aliejingas, klampus, tamsiai rudas arba juodas skystis. Ji yra įvairių angliavandenilių (daugiausia skystųjų) mišinys. Naftą sudaro:

- sotieji angliavandeniliai, turintys linijinę arba šakotąją anglies atomų grandinę;
- sotieji cikliniai angliavandeniliai;
- aromatiniai angliavandeniliai;
- ištirpusios dujos (naftos dujos) (žr. p. 146);
- vanduo ir jame ištirpusios kalcio bei magnio druskos;
- mechaninės priemaišos (smėlis, molis).

Kiek kurio cheminio elemento yra naftoje? Apytikslė naftos sudėtis (masės %) tokia: anglies – 82–87 %, vandenilio – 11–14 %, kitų elementų (O, S, N) – 2–6 %.

Naftos telkinių randama gana giliuose Žemės sluoksniuose. Paskutinių metų duomenimis, išžvalgytos naftos atsargos pasaulyje sudaro apie 180–200 mlrd. tonų.

Nafta Lietuvoje. Lietuvojè naftos paieškos pradėtos 1958 m. Pramoninių naftos telkinių rasta vakarinėje Lietuvõs dalyje ir po Báltijos jū̃ra (jūros akvatorijoje, daugiausia palei valstybinę sieną su Lãtvija). Išžvalgyta 13 telkinių, kurių bendri ištekliai siekia daugiau kaip 22 mln. tonų. Gręžiniais nafta pradėta išgauti 1990 m. Iš telkinių jau išgauta apie 50 % naftos. Kasmet mūsų šalyje sunaudojama iki 5 mln. tonų naftos ir jos produktų. Savos produkcijos Lietuvõs ūkiui nepakanka, todėl daug naftos ir jos produktų tenka įsivežti iš svetur.

Nafta išgaunama gręžiniais Žemės plutoje. Šiais laikais gręžinių gylis jau siekia iki 10–12 km, Lietuvojè – iki 2 km.

Naftos perdirbimas. Nafta perdirbama šiais pagrindiniais būdais: fizikiniu ir cheminiais.

Fizikiniu būdu nafta išskirstoma į sudedamąsias dalis – **frãkcijas**.

Naftos išskirstymas į frakcijas vadinamas **frãkcine distiliãcija**.

Kuo pagrįstas mišinių išskirstymas distiliuojant? Kaitinant naftą, pirmiausia išskiria ir kondensuojasi tie angliavandeniliai, kurių virimo temperatūra žemiausia, vėliau – kurių aukštesnė ir t. t. Kadangi kai kurių naftą sudarančių angliavandenilių virimo temperatūra yra panaši (artima), atskirti kiekvieną angliavandenilį praktiškai neįmanoma. Todėl distiliuojant išskiriamos frakcijos, susidedančios iš keleto angliavandenilių, verdančių tam tikrame temperatūros intervale.

Naftos distiliacijos frakcijos

Frakcijos pavadinimas (anglies atomų skaičius angliavandeniliuose)	Virimo temperatūros intervalas, °C	Naudojimas
Distiliacijos esant atmosferos slėgiui frakcijos		
Naftos dujos (C_1–C_4)	Iki 30	Kuras (suskystintosios propano ir butano dujos), kitų organinių medžiagų žaliava
Petroleteris (C_5–C_6; labai lakus skystis)	40–60	Riebalų ir dervų tirpiklis, degalai
Benzinas (C_5–C_{11})	40–200	Automobiliniai ir aviaciniai degalai
Ligroinas (C_8–C_{14}) ir žibalas (C_{10}–C_{16})	180–300	Traktorių degalai, reaktyviniai ir raketiniai degalai
Dyzelinas (C_{15}–C_{20})	220–350	Dyzelinių variklių degalai
Mazutas (> C_{20})	> 300	Krosnių, elektrinių, laivų kuras, kitų angliavandenilių, tepalų žaliava
Distiliacijos sumažinto slėgio sąlygomis frakcijos		
Tepalai (C_{20}–C_{50}), parafinas (C_{18}–C_{35})	< 300–350	Automobilių, guolių, cilindrų ir kt. tepalai; parafinas – žvakių gamybai, grindų vaškui, maisto pramonėje, medicinoje, slidėms tepti
Soliarinė alyva (C_{12}–C_{20})	240–400	Degalai, aušinimo skystis
Gudronas (naftos vakuuminio distiliavimo likutis)		Kelių ir stogų dangoms, statybinė izoliacinė medžiaga

Nafta

Akcinė bendrovė „ORLEN Lietuva“ pajėgi kasmet perdirbti apie 15 mln. tonų naftos (pastaraisiais metais perdirbdavo po 9–10 mln. tonų).

Cheminiai naftos perdirbimo būdai yra **krèkingas** (angl. *cracking* < *crack* – suskilti, skaidyti) ir **pirolìzė** (gr. *pyr* – ugnis, *lysis* – tirpdymas, atskyrimas). Distiliuojant naftą, benzino išeiga yra apie 20 %. Jos nepakanka automobilių ir aviacijos transporto reikmėms. Benzino, o kartu ir žibalo išeiga padidinama skaidant ilgą grandinę turinčius angliavandenilius aukštos temperatūros (> 500 °C) ir didelio slėgio (> 2–5 MPa) sąlygomis.

Terminis naftos ir jos produktų perdirbimas, kuriuo gaunamas benzinas ir įvairių angliavandenilių mišiniai, vadinamas **krèkingu**.

? *Pažiūrėkite virtualų naftos perdirbimo variantą (mkp.emokykla.lt/imo/lt/chemija).*



Akcinė bendrovė „ORLEN Lietuva“ (Mažeĩkiai)

Tai įdomu

Šiuo metu AB „ORLEN Lietuva“ gamina:

- A-95 ir A-98 rūšių benziną;
- benziną su denatūruotu etanoliu (A-95 E5);
- benziną su *tret*-butiletileteriu (*tret*-butoksietanu);
- vasarinį ir žieminį dyzeliną;
- dyzeliną su RRME (riebalų rūgščių metilo esteriu);
- 2 klasės arktinį dyzeliną;
- kūrenamąjį dyzeliną;
- reaktyvinius degalus;
- suskystintąsias dujas automobiliams ir buičiai;
- kelių, stogų ir statybinį bitumą;
- elementinę sierą;
- emulsuotą kurą.

Krekingo metu nutrūksta ryšys tarp anglies atomų ir susidaro sotusis bei nesotusis angliavandenilis.

Galimų reakcijų pavyzdžiai:



$$\underset{\text{Heksadekanas}}{C_{16}H_{34}} \xrightarrow{t} \underset{\text{Oktanas}}{C_8H_{18}} + \underset{\text{Oktenas}}{C_8H_{16}};$$



$$\underset{\text{Oktanas}}{C_8H_{18}} \xrightarrow{t} \underset{\text{Heksanas}}{C_6H_{14}} + \underset{\text{Etenas}}{C_2H_4}.$$

Sotusis angliavandenilis įeina į benzino ar žibalo sudėtį, o nesotusis (etenas) naudojamas kaip žaliava kitiems organiniams junginiams gauti (žr. p. 135). Benzine esantys nesotieji angliavandeniliai didina jo atsparumą detonacijai, tačiau benzino negalima ilgai laikyti, jis genda, mat nesotieji angliavandeniliai polimerizuojasi (žr. p. 134), oksiduojasi. Šiems procesams stabdyti į benziną dedama papildomų medžiagų.

Keičiant krekingo sąlygas, t. y. mažinant temperatūrą ir slėgį, naudojant katalizatorius, ilgos grandinės molekulės ne tik suskyla, bet ir susidaro šakotieji angliavandeniliai, kurie gerina benzino kokybę (didina oktaninį skaičių, atsparumą detonacijai).

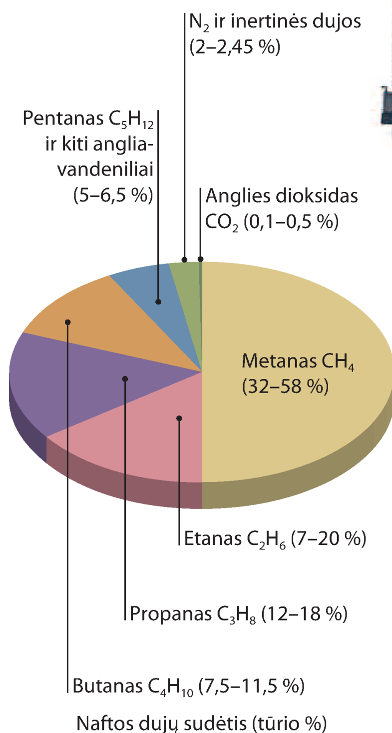
Kaitinant naftą 650–700 °C temperatūroje, t. y. vykdant angliavandenilių pirolizę (žr. p. 138), gaunami tokie pagrindiniai produktai: dujos (etenas C_2H_4, etinas C_2H_2), aromatiniai angliavandeniliai (benzenas C_6H_6 ir jo dariniai).



Pervežami automobiliniai degalai.



Suskystintųjų dujų balionai



Naftos dujų sudėtis (tūrio %)

Naftos dujos. Iš kiekvienos tonos naftos išgaunama iki 50 m^3 dujų. Galima pastebėti, kad angliavandenilių, turinčių grandinę C_2–C_5, naftos dujose yra gerokai daugiau negu gamtinėse dujose. Naftos dujos išskirstomos dujų perdirbimo įmonėse. Išskiriamas metanas, etanas, propanas ir butanas, taip pat gaunamas lengvasis benzinas, kurį sudaro angliavandeniliai, turintys grandinę C_5 ir ilgesnę. Iš etano ir propano, vykdant dehidrinimo reakciją (atimant vandenilį), gaunamas etenas ir propenas, kurie yra svarbi žaliava plastikams ir kitoms organinėms medžiagoms gaminti. Propano ir butano mišinys (suskystintosios dujos) naudojamas kaip buitinis kuras ir automobiliniai degalai.

Lengvojo benzino pridedama į įprastą automobilinį benziną, kad jis lengviau užsidegtų, ypač šaltuoju metų laiku.



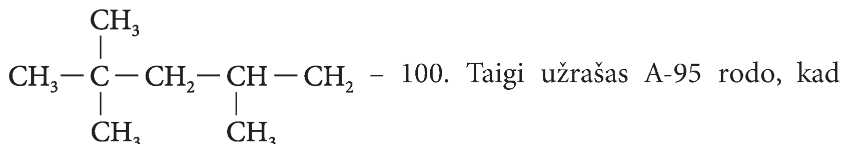
Degalų pilstytuvas

Oktaninis skaičius – benzino antidetonacinių savybių rodiklis

Benzino garų ir oro mišinys variklio cilindre kartais užsidega savaime (sprogsta) ne nuo žvakės kibirkšties, bet dėl to, kad labai padidėja slėgis ar pernelyg įkaista cilindro dalys. Toks savaiminis ir priešlaikinis mišinio užsidegimas vadinamas detonacija. Jis yra labai nepageidautinas, nes variklis gali greitai sugesti. Kad to neatsitiktų, kiekvienam varikliui turi būti pritaikytas reikiamos rūšies kokybiškas benzinas. Degalinių skelbimų lentose matome užrašus, žyminčius benzino rūšį: A-95, A-95 E5, A-98. Kaip turime suprasti šiuos užrašus?

Prisiminkime kai kurias angliavandenilių chemines savybes. Žinome, kad linijinių angliavandenilių ir oro mišiniai yra labai sprogūs, vadinasi, jie neatsparūs detonacijai. Šakotųjų aromatinių angliavandenilių ir oro mišiniai jai daug atsparesni. Benzino atsparumą detonacijai nusako **oktãninis skaĩčius**. Taigi jis yra svarbi benzino kokybės charakteristika. Kuo didesnis šis skaičius, tuo kokybiškesnis benzinas.

Susitarta, kad heptano $CH_3{-}CH_2{-}CH_2{-}CH_2{-}CH_2{-}CH_2{-}CH_3$ oktaninis skaičius lygus 0, o 2,2,4-trimetilpentano (izooktano)



– 100. Taigi užrašas A-95 rodo, kad benzino (angliavandenilių mišinio) detonacinės savybės yra tokios pat kaip mišinio, sudaryto iš 95 % (tūrio dalių) detonacijai atsparaus 2,2,4-trimetilpentano (izooktano) ir 5 % lengvai detonuojančio heptano. Benzino oktaniniam skaičiui padidinti naudojami įvairūs priedai, pavyzdžiui, *tret*-butilmetileteris ($CH_3{-}C(CH_3)_2{-}O{-}CH_3$) arba *tret*-butiletileteris, kurio oktaninis skaičius yra apie 118 (priedai sudaro ne daugiau kaip 7–10 % benzino). Vis populiaresnis darosi benzinas A-95 E5. Užrašas E5 rodo, kad benzine yra iki 5 % denatūruoto etanolio. Šis benzinas kokybiškesnis už A-95 ir tinka visiems benzininiams vidaus degimo varikliams. Tam tikrų automobilių varikliams nuo 2000 m. tiekiamas benzinas A-95 E10 (jo sudėtyje yra iki 10 % etanolio). Akcinės bendrovės „ORLEN Lietuva“ gaminamo benzino kokybė atitinka Euròpos Sájungos standartus.

Įsiminkite sąvokas

- Frãkcinė distiliãcija
- Krèkingas
- Oktãninis skaĩčius

Pasitikrinkite žinias

1. Kuo panaši ir kuo skiriasi gamtinių ir naftos dujų sudėtis?

2. Gamtinės dujos sudarytos iš 93 % metano, 4 % etano, 2 % propano ir nedegių dujų priemaišų. Apskaičiuokite:

a) kokio tūrio deguonies (n. s.) reikia 1 m^3 šių dujų sudeginti (metano ir propano degimo reakcijų lygtis žr. p. 124, o etano degimo reakcijos lygtis tokia: $2C_2H_6 + 7O_2 \rightarrow 4CO_2 + 6H_2O$);

b) kokio tūrio oro reikia šiam tūriui dujų sudeginti.

3. Degalinės skyde vienas iš užrašų, žyminčių benzino rūšį, yra A-98. Ką jis reiškia?

4. Krekingo būdu dodekano $CH_3—(CH_2)_{10}—CH_3$ molekulės buvo suskaidytos į du angliavandenilius.
a) Kiekvieno iš jų molekulėje yra po 6 anglies atomus. Kokie angliavandeniliai susidarė vykstant skilimo reakcijai? Pavadinkite gautus junginius (pagal IUPAC).
b) Vieno iš gautų angliavandenilių molekulėje yra 4 anglies atomai, kito – 8. Kokie angliavandeniliai susidarė vykstant skilimo reakcijai? Parašykite gautų junginių nesutrumpintas struktūrines formules ir pavadinimus (pagal IUPAC).
c) Sočiojo angliavandenilio, gauto a) atveju, molekulės suskilo į du angliavandenilius, kurių vieno molekulėje yra 2 anglies atomai, kito – 4. Kokie angliavandeniliai susidarė vykstant skilimo reakcijai? Kur naudojamos gautos medžiagos?
5. Koks tūris anglies(IV) oksido (n. s.) pateko į orą, jei automobilio variklis sudegino 8 l benzino, kurio tankis 0,75 g/cm^3? Tarkime, kad benziną sudarančių angliavandenilių mišinio sudėtį galima išreikšti formule C_8H_{18}. Reakcijos lygtis: $2C_8H_{18} + 25O_2 \rightarrow 16CO_2 + 18H_2O$.

1.5. Organinis kuras ir neatsinaujinantys gamtiniai ištekliai

Kuro rūšys

Kùras – medžiaga, naudojama šilumai, energijai, šviesai gauti.

Kasdieniame gyvenime įvairioms reikmėms naudojamas kietasis, skystasis ir dujinis kuras.

Kuro rūšys

Kietasis (tradicinis) kuras	Skystasis kuras	Dujinis kuras
• Akmens anglys, rusvosios anglys, antracitas • Malkos (pjuvenų briketai) • Durpės • Degieji skalūnai	• Benzinas • Dyzelinas • Žibalas • Mazutas • Suskystintosios naftos dujos (propanas, butanas) • Biodegalai (bioetanolis, biodyzelinas, augalinis aliejus)	• Gamtinės dujos • Biodujos

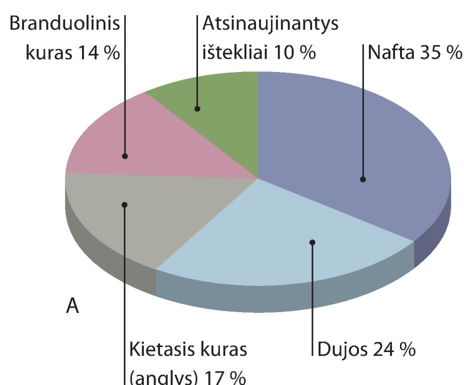
Kuro energijos rodiklis yra savitoji degimo šiluma, išreiškiama kilodžauliais kilogramui:

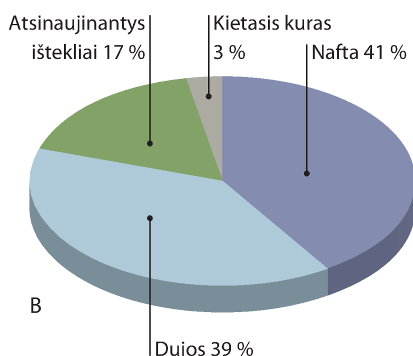
Kuras	Savitoji degimo šiluma, kJ/kg	Kuras	Savitoji degimo šiluma, kJ/kg
Malkos	≈ 10 900	Rusvosios anglys	28 470
Durpių briketai	≈ 24 000	Akmens anglys	30 500–36 800
Gamtinės dujos	48 820	Pjuvenų briketai	≈ 19 500

Kuras	Savitoji degimo šiluma, kJ/kg	Kuras	Savitoji degimo šiluma, kJ/kg
Suskystintosios dujos	46 050	Dyzelinas	42 700
Benzinas	43 600	Mazutas	41 400

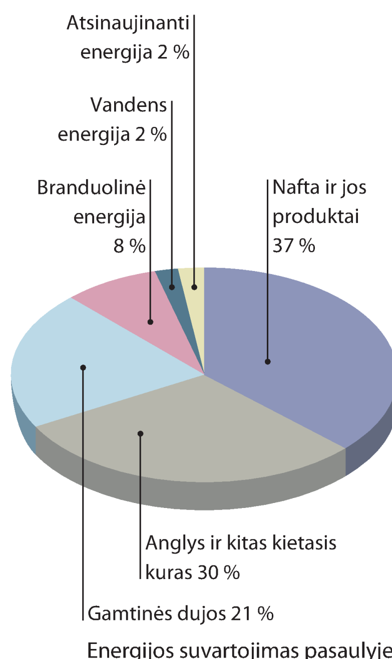
Gamtinių kuro išteklių sąnaudos per paskutinius 60 metų smarkiai pakito. Ypač padidėjo sunaudojamų gamtinių dujų, naftos, anglių kiekis. Ši tendencija gali dar labiau sustiprėti, kai daugelyje valstybių mažinama atominė energetika. XXI a. pradžioje energijos šaltiniai pasaulyje pasiskirstė taip (žr. skritulinę diagramą): nafta ir jos produktai – 37 %, anglys ir kitas kietasis kuras – 30 %, gamtinės dujos – 21 %, branduolinė ir vandens energija – 10 %, atsinaujinanti energija – 2 %.

Kitaip energijos šaltiniai pasiskirstę Euròpos Sájungoje ir Lietuvojè:





Įvairių rūšių energijos suvartojimas: A – Euròpos Sájungoje; B – Lietuvojè (Euròpos komisijos 2011 m. duomenimis)



Energijos suvartojimas pasaulyje

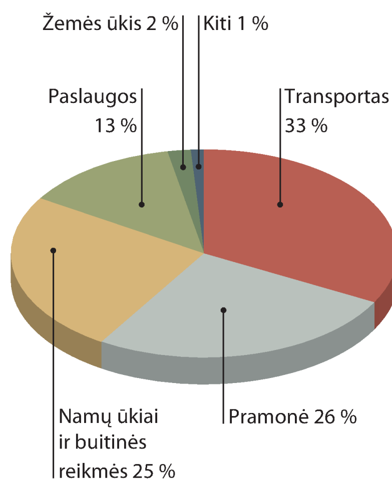
Uždarius Ignalìnos atominę elektrinę, Lietuvojè šiuo metu sunaudojama daugiau naftos produktų, dujų.

Nafta, gamtinės dujos ir akmens anglys priskiriamos prie neatsinaujinančių gamtinių išteklių. Tai – iškastinis kuras. Atsižvelgiant į tai, kad iškastinio kuro atsargos mažėja, jo išgavimas bei perdirbimas brangsta ir dideliais tempais teršiama aplinka, vis daugiau dėmesio skiriama atsinaujinančių energijos šaltinių paieškoms. Prie atsinaujinančių energijos šaltinių priskiriama:

- vandens, saulės, vėjo, geoterminė energija;
- biokuras, biodegalai.

Biokùras (**biodùjos**) gaunamas iš biomasės – medienos ir augalų (šiaudų) atliekų, popieriaus ir kartono atliekų, komunalinių, maisto pramonės, žemės ūkio atliekų, nuotekų valymo dumblo. Didžiąją biodujų dalį sudaro metanas CH_4 (iki 60–80 %), kita dalis – anglies(IV) oksidas CO_2 ir šiek tiek kitų dujinių medžiagų. Biodujos naudojamos patalpoms šildyti, nedidelėse elektrinėse.

Gamtinės dujos išsiskiria arčiausiai Žemės paviršiaus esančioje plutos dalyje dėl organizmų gyvybinės veiklos (organinių ir kai kurių mineralinių medžiagų skaidymo ir perdirbimo).



Įvairiuose sektoriuose sunaudojamos energijos pasiskirstymas ES (Euròpos komisijos 2011 m. duomenimis)

Tai įdomu

Manoma, kad deginant iškastinį kurą kasmet į atmosferą išmetamas milžiniškas kiekis teršalų: apie 150 mln. tonų sieros oksidų, 60 mln. tonų azoto oksidų, 150 mln. tonų kietųjų dalelių, 20 milijardų tonų anglies(IV) oksido.

Automobiliuose vis plačiau naudojami **biodegalaĩ**: bioetanolis, biodyzelinas, augalinis aliejus, bioalyva. Bioetanolis gaminamas iš bulvių, cukrinių runkelių, medienos atliekų, šiaudų, komunalinių atliekų, biodyzelinas – iš rapsų aliejaus ir metanolio ar etanolio. Tai – esteris (žr. p. 173). Jis gali būti naudojamas grynas arba įvairiais tūrių santykiais sumaišytas su įprastu dyzelinu.

Biokuras itin ekologiškas. Naudojant biokurą ir biodegalus, mažiau teršiama aplinka. Pavyzdžiui, deginami biodegalai E85 (jų sudėtyje yra 85 % etanolio ir 15 % benzino) į aplinką išskiria 80 % mažiau anglies(IV) oksido negu įprasti degalai, gauti iš naftos.

Lietuvojè atsinaujinantys ir vietiniai energijos ištekliai sudaro apie 8 % viso naudojamo kuro (2010 m.). Tikimasi, kad iki 2020 m. Euròpos Sájungoje atsinaujinančių energijos šaltinių naudojimo dalis bus padidinta iki 20 %, biokuro – iki 10 %, išmetamo į atmosferą CO_2 kiekis sumažintas 20 %. Netolimoje ateityje Lietuvojè numatoma naudoti suskystintas gamtines dujas. Joms saugoti statomas Klaĩpėdos suskystintų gamtinių dujų terminalas. Didelės viltys siejamos su skalūnų dujomis ir nafta. Didžiausi skalūnų dujų telkiniai aptikti Vakarũ Lietuvojè (prie Kybártų, Šilùtės, Tauragė̃s).

Gamtiniai kuro ištekliai ir jų naudojimo perspektyva

Eksploatuojant naftos, gamtinių dujų, akmens anglių telkinius, šių kuro išteklių kiekis Žemėje nuolat mažėja. Išžvalgyti pasaulio naftos ištekliai sudaro per 180 mlrd. tonų (žr. p. 144). Naftos, esančios 1967 m. Šiáurės jū́ros dugne atrastuose telkiniuose, turėtų užtekti 50–60 metų. Gamtinių dujų (žr. p. 143) ištekliai pasaulyje siekia apie 150 trilijonų kubinių metrų, akmens anglių – per 2 trilijonus tonų. Naudingosios iškasenos Žemėje pasiskirsčiusios labai nevienodai ir tai kelia nuolatinę įtampą (konfliktus dėl naftos išteklių). Daugiausia akmens anglių iškasa JAV, Rùsija, Kìnija, Austrãlija, Vokietijà. Šio kuro atsargų dar turėtų užtekti daugeliui metų. Manoma, kad gamtinių dujų ir naftos ištekliai po 50–60 metų gali katastrofiškai sumažėti, nors ir atrandama naujų telkinių.

Plečiantis gamybai, didėja atmosferos tarša ir mažėja Žemę pasiekiančios Saulės spinduliuotės. Gamtinius kuro išteklius būtina taupyti, naudoti racionaliai, perdirbti kuo daugiau antrinių žaliavų ir atliekų, mažinti teršalų, patenkančių į aplinką, kiekį.

Pasitikrinkite žinias

1. Kokių angliavandenilių (pagal sudėtį) yra: a) gamtinėse dujose; b) benzine?

2. Kiek šilumos išsiskiria sudegant 5 kg malkų? (Žr. lentelę p. 148.)

3. Biodujose yra 60 % metano. Kiek kubinių metrų oro (n. s.) reikėtų 5 m^3 biodujų sudeginti, atsižvelgiant į tai, kad kitos mišinio dujos nedega? (Reakcijos lygtį žr. p. 124.) Kiek kubinių metrų CO_2 išsiskirtų į aplinką?

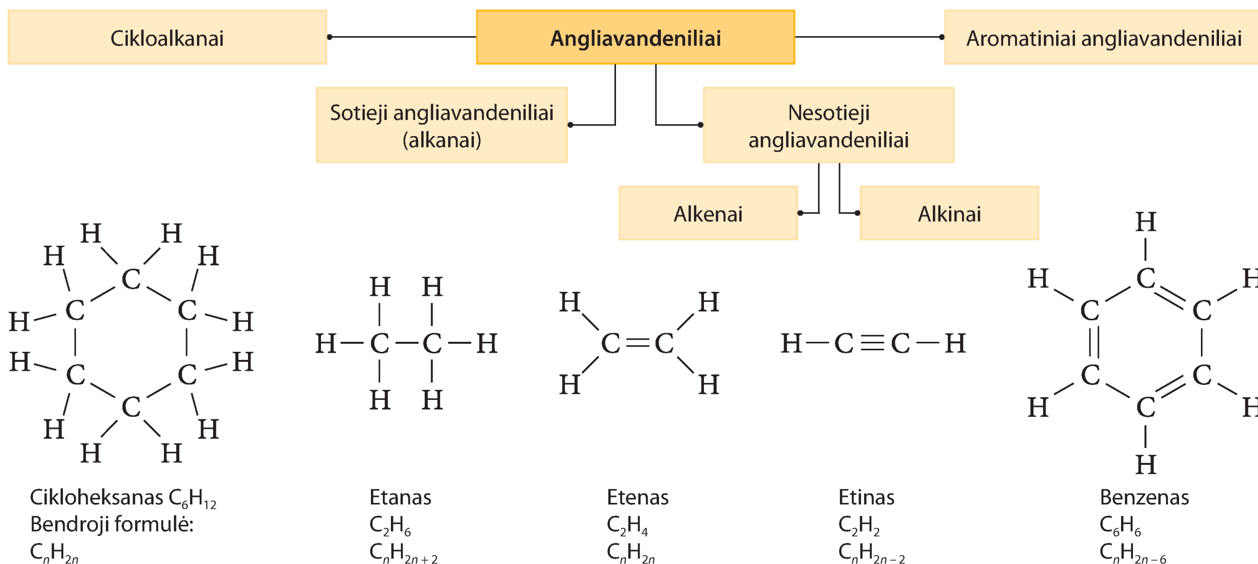
4. Padiskutuokite, kodėl galima teigti, kad, deginant biokurą ir biodegalus, aplinka beveik neteršiama anglies dioksido dujomis.

Įsiminkite sąvokas

- Kùras

Apibendrinimas

- Angliavandeniliai – junginiai, sudaryti tik iš anglies ir vandenilio.
- Jungdamiesi tarpusavyje, anglies atomai gali sudaryti linijines, šakotąsias ir uždarąsias grandines.
- Pagal anglies atomų jungimosi tvarką ir cheminių ryšių ypatumus angliavandeniliai skirstomi į tokias rūšis:



- Alkanų molekulėse tarp anglies atomų yra viengubieji ryšiai, alkenų – vienas dvigubasis ryšys, o alkinų – vienas trigubasis ryšys. Aromatinių angliavandenilių molekulėse šeši anglies atomai sudaro taisyklingąjį šešiakampį (uždarą ciklą), vadinamą benzeno žiedu.
- Didėjant alkanų molekulinei masei, jų virimo temperatūra ir tankis didėja, o lakumas mažėja (alkanai lėčiau garuoja).
- Įprastomis sąlygomis alkanai yra chemiškai neaktyvios medžiagos. Alkanai dega sudarydami anglies(IV) oksidą ir vandenį. Didėjant anglies atomų skaičiui molekulėje, alkanai užsidega sunkiau, geltona liepsnos spalva ryškėja, susidaro vis daugiau suodžių – anglies dalelių.
- Veikiami šviesos arba ultravioletinės spinduliuotės, alkanai reaguoja su halogenais – vyksta pakaitų reakcijos.
- Alkenai ir alkinai yra daug aktyvesni už alkanus. Degdami ore, jie rūksta, nes sudega ne iki galo. Be anglies(IV) oksido, susidaro anglies monoksido CO (nuodingų smalkių), suodžių.
- Alkenai ir alkinai blukina bromo vandenį (prisijungimo reakcija) ir kalio permanganato tirpalą. Tai yra nesočiųjų angliavandenilių atpažinimo reakcijos.
- Prisijungdami vandenilį, alkenai ir alkinai virsta atitinkamais alkanais.
- Svarbiausi angliavandenilių šaltiniai – gamtinės dujos ir nafta.
- Nafta yra įvairių junginių, daugiausia – angliavandenilių, mišinys. Distiliuojant naftą, ji išskirstoma į frakcijas pagal junginių virimo temperatūrą. Taip gaunamas benzinas, žibalas, dyzelinas ir kiti vertingi produktai.



2 skyrius

Deguonies turinčių organinių junginių klasės

Šiame skyriuje

sužinosite,

- kad deguonies turintys organiniai junginiai skirstomi į klases: alkoholius, aldehidus, ketonus, karboksirūgštis, esterius;
- kad šių junginių sudėtyje yra funkcinių grupių, kurios lemia jų savybes;
- kokios savybės būdingos kiekvienos grupės junginiams;
- kur ir kokių karboksirūgščių, aldehidų bei esterių aptinkama gamtoje;
- kur naudojami alkoholiai, karboksirūgštys ir kiti deguonies turintys organiniai junginiai.

Išmoksite

- rašyti molekulines, sutrumpintas struktūrines paprasčiausių alkoholių, aldehidų, karboksirūgščių formules;
- įvardyti funkcines grupes ir kai kuriuos atitinkamos klasės junginius;
- pagal struktūrines formules nustatyti, kuriai klasei priklauso atitinkamas organinis junginys;
- rašyti kai kurių alkoholių, aldehidų, karboksirūgščių chemines savybes nusakančių reakcijų lygtis.

Prisiminsite,

- kaip kinta indikatorių spalvos rūgščių tirpaluose, kas tai lemia;
- rūgščių disociacijos lygtis;
- bendrąsias rūgščių savybes: sąveiką su metalais, metalų oksidais, šarmais ir kt.
- skaičiavimą pagal reakcijų lygtis (reaguojančiųjų medžiagų ir reakcijos produktų kiekio, masės, tūrio skaičiavimą).

Iki šiol nagrinėjote organinius junginius, sudarytus iš anglies ir vandenilio (angliavandenilius) bei jų halogeninius darinius (halogenalkanus). Dabar susipažinsite su organiniais junginiais, kurių molekulėse yra deguonies. Šis elementas dažniausiai yra funkcinėse grupėse.

Fùnkcinė grùpė – tai atomų grupė, kuri lemia svarbiausias atitinkamos klasės junginių savybes.

Tokią pačią funkcinę grupę turintys junginiai priskiriami vienai organinių junginių klasei.

Funkcinių grupių cheminė sudėtis, pavadinimai, junginių klasės, junginių pavyzdžiai

Funkcinė grupė	Grupės pavadinimas	Junginių klasė	Junginių pavyzdžiai
$-OH$	Hidroksigrupė, arba hidroksilas	Alkoholiai	CH_3-OH Metanolis Bendroji formulė R*−**OH**
$-C(=O)-$	Karbonilgrupė		
$-C(=O)-H$, arba $-CHO$	Aldehido grupė (karbonilgrupė + H)	Aldehidai	$CH_3-C(=O)-H$ Etanalis R−**CHO**
$-C(=O)-$	Ketono grupė (karbonilgrupė tarp alkilų)	Ketonai	$CH_3-C(=O)-CH_3$ Propanonas (acetonas) R−**CO**−R_1
$-C(=O)-OH$, arba $-COOH$	Karboksigrupė, arba karboksilas	Karboksirūgštys	$CH_3-C(=O)-OH$ Etano rūgštis, arba acto rūgštis R−**COOH**
$-C(=O)-O-R$, arba $-COO-R$	Esterio grupė	Esteriai	$CH_3-C(=O)-O-CH_3$ Metiletanoatas R−**COO**−$\mathbf{R_1}$

*R – alkilas (CH_3-, C_2H_5- ir kt.). Alkilai molekulėje gali būti vienodi arba skirtingi.

? *Naudodamiesi lentele, išvardykite funkcines grupes ir junginių klases, kurių molekulėse deguonis su anglies atomais siejasi: a) viengubaisiais ryšiais; b) dvigubaisiais ryšiais.*

2.1. Alkoholiai

Alkoholių sudėtis ir pavadinimai

Angliavandenilių dariniai, turintys molekulėje vieną arba kelias funkcines hidroksigrupes ($-OH$), vadinami **alkohòliais**.

Alkoholiai, kurių molekulėse yra tik viena hidroksigrupė, vadinami **vienhidroksìliais**, kurių dvi – **dvihidroksìliais** (dioliais), kurių daugiau negu trys – **daugiahidroksìliais alkohòliais** (polioliais).

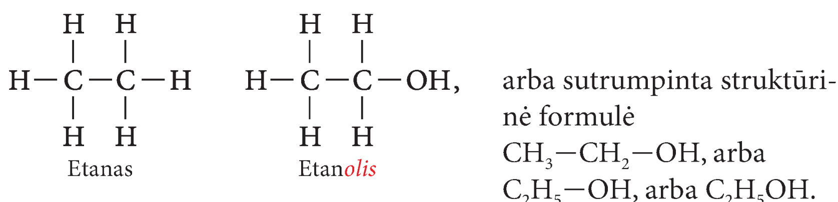
Alkoholių pavyzdžiai

Alkoholis	Sutrumpinta struktūrinė formulė	Modelis	Pavadinimas
Vienhidroksilis, arba monohidroksilinis	CH_3-OH CH_3-CH_2-OH		Metanolis Etanolis
Dvihidroksilis	CH_2-OH $\vert$ CH_2-OH		1,2-etandiolis (etilenglikolis)
Trihidroksilis	CH_2-OH $\vert$ $CH-OH$ $\vert$ CH_2-OH		1,2,3-propantriolis (glicerolis)

Prisiminkite, kaip buvo sudaryta sočiųjų angliavandenilių homologinė eilė (žr. p. 115).

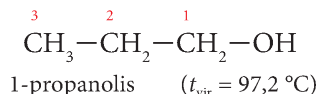
Vienhidroksilių alkoholių molekulines formules gausime, jei sočiojo angliavandenilio vieną vandenilio atomą pakeisime funkcine grupe $-OH$, o homologinę eilę – jei kiekvieną greta esančio nario anglies grandinę padidinsime atomų grupe $-CH_2-$. Vienhidroksilių sočiųjų alkoholių bendroji molekulinė formulė yra $\mathbf{C_nH_{2n+1}OH}$.

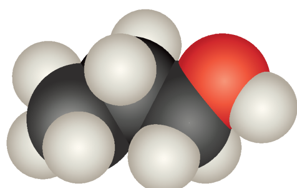
Alkoholio pavadinimas sudaromas iš sočiojo angliavandenilio šaknies, priesagos *-ol-* ir galūnės *-is*. Pavyzdžiui:



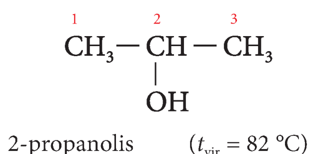
arba sutrumpinta struktūrinė formulė CH_3-CH_2-OH, arba C_2H_5-OH, arba C_2H_5OH.

Kai grandinėje yra trys ir daugiau anglies atomų, funkcinės grupės vieta grandinėje gali kisti. Alkoholių izomerų skaičius priklauso ir nuo anglies atomų grandinės šakotumo, ir nuo funkcinės grupės padėties toje grandinėje. Tada reikia nurodyti, prie kurio anglies atomo yra prisijungusi hidroksigrupė. Anglies atomai ilgiausioje (pagrindinėje) grandinėje numeruojami taip, kad anglies atomas, prie kurio yra prisijungusi hidroksigrupė, būtų pažymėtas kuo mažesniu skaičiumi. Pavyzdžiui, propanolis gali turėti tik du izomerus, tai lemia grupės $-OH$ vieta:

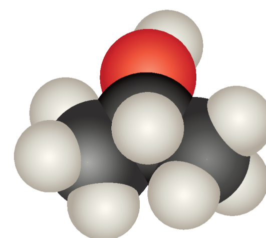




1-propanolio molekulės modelis



2-propanolis (t_{vir} = 82 °C)

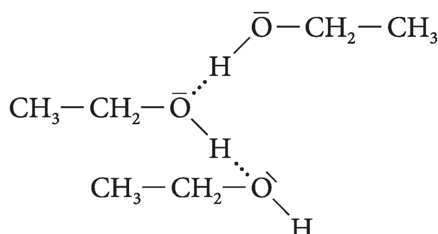


2-propanolio molekulės modelis

Propano molekulėje atšakų nėra. Kodėl?

Vienhidroksilių alkoholių savybės

Fizikinės savybės. Vienhidroksiliai alkoholiai, turintys trumpą nešakotą anglies atomų grandinę (mažą molekulinę masę), įprastomis sąlygomis yra skysčiai, o turintys ilgą grandinę (C > 11) – kietosios medžiagos. Metanolis, etanolis, propanolis vandenyje tirpsta neribotai arba, kaip dažnai sakoma, maišosi bet kokiu tūrių santykiu. Kitų alkoholių tirpumas vandenyje laipsniškai mažėja, o alkoholiai nuo $C_{10}H_{23}OH$ netirpsta vandenyje. Tarp alkoholio molekulių ir alkoholio bei vandens molekulių atsiranda vandeniliniai ryšiai:



Tai įdomu

Maišant vandenį su alkoholiu, vyksta įdomus reiškinys – bendras tirpalo tūris sumažėja. Pavyzdžiui, sumaišius po 25 ml etanolio (96,3 %) ir vandens, gaunama 48 ml tirpalo. Kur dingo 2 ml? „Apkaltinti“ galima vandenilinius ryšius tarp vandens ir alkoholio molekulių. Molekulės viena kitą pritraukė, labiau susiglaudė, dėl to tirpalo tūris sumažėjo.

Kai kurios cheminės savybės. Alkoholių chemines savybes lemia funkcinė grupė —OH.

Koks jos pavadinimas?

Kaip susidaro vandenilinis ryšys tarp vandens molekulių (prisiminkite devintos klasės kursą)? Pavaizduokite vandenilinį ryšį tarp etanolio ir vandens molekulių?

Alkoholiai dega, reaguoja su aktyviaisiais metalais, vandenilio halogenidais, karboksirūgštimis ir kt. Nagrinėsime tik keletą būdingų alkoholių savybių (išsamesnės informacijos galite rasti žinynuose, enciklopedijose, internete).

- Alkoholiams tirpstant vandenyje, jų molekulės neskyla į jonus.

Alkoholiai neturi nei rūgštinių, nei bazinių savybių, todėl indikatoriai jų tirpaluose spalvos nekeičia.

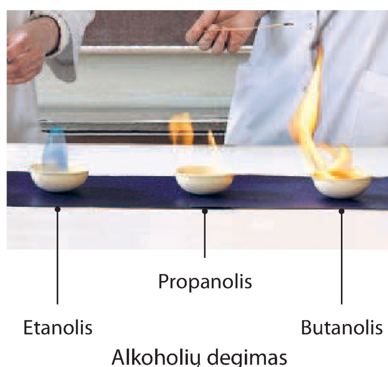
- **Degimas.** Alkoholiai dega išskirdami į aplinką gana daug šilumos:



$$C_2H_5OH + 3O_2 \rightarrow 2CO_2 + 3H_2O + Q.$$

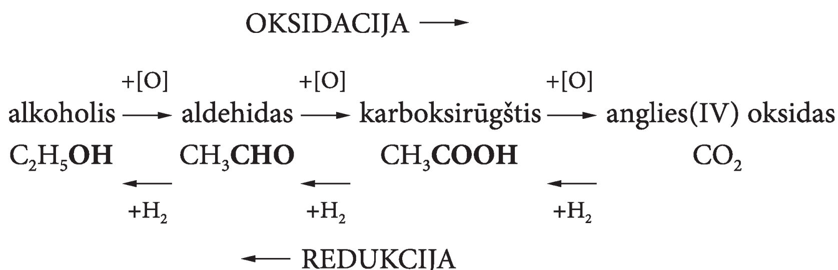
Dėl šios savybės etanolis naudojamas kaip automobiliniai degalai arba degalų priedas detonacinėms savybėms pagerinti (žr. p. 147), laboratorijose jo pilama į spiritines lemputes.

Metanolis ir etanolis dega žydra liepsna. Didėjant anglies atomų skaičiui alkoholių molekulėse, liepsna vis ryškiau geltonuoja, susidaro suodžių.



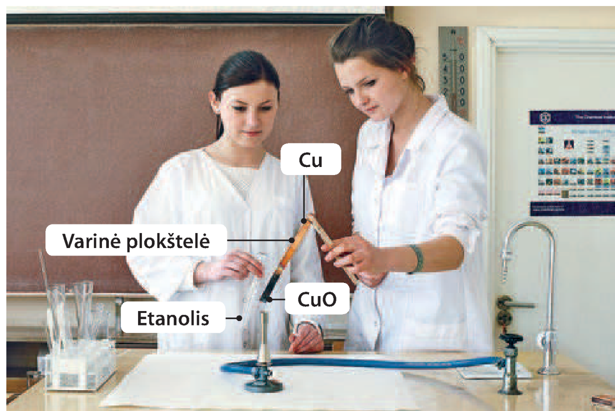
Alkoholių degimas

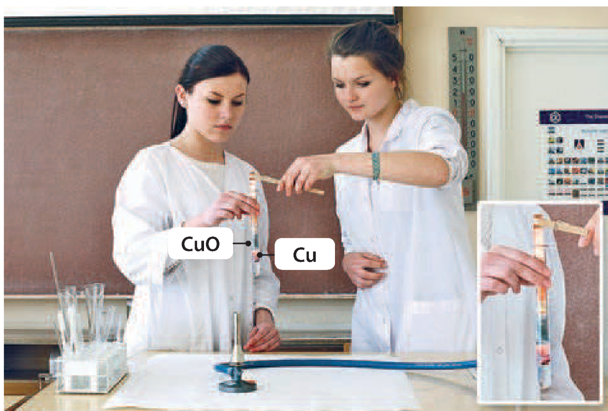
• **Oksidacija.** Vykstant oksidacijos reakcijoms, **kinta funkcinės grupės**, gaunamas kitos klasės organinis junginys:



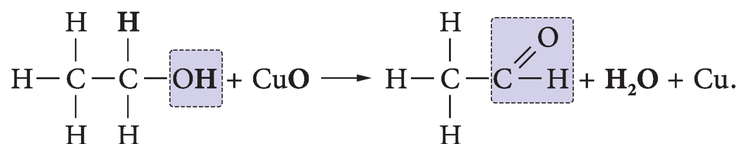
Organinėje chemijoje oksidacijos ir redukcijos reakcijos apibrėžiamos taip:
oksidãcija – deguonies atomų prijungimas (deguonies masės dalies molekulėje padidėjimas, o vandenilio – sumažėjimas);
redùkcija – vandenilio atomų prijungimas (vandenilio masės dalies molekulėje padidėjimas, o deguonies – sumažėjimas).

Bandymas. Į mėgintuvėlį įpilkite 3–5 ml 96 % etanolio. Jį pauostykite ir pasistenkite įsidėmėti kvapą. Varinę vielą ar plokštelę kaitinkite spiritinės lemputės liepsnoje, kol vielos paviršius apsitrauks juoda apnaša – vario(II) oksidu. Karštą vielą įkiškite į etanolį.





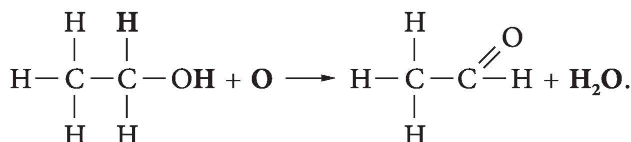
Vyksta reakcija:



Etan*olis* Alkoholis — Juoda spalva — Etan*alis* Aldehidas — Rudai raudona spalva

Atkreipkite dėmesį, kaip pakito vielos paviršius ir skysčio kvapas.

Šiuo atveju oksidatorius yra vario(II) oksidas. Rašant oksidacijos reakcijas, oksidatorius dažnai žymimas tik kaip deguonies O atomas, junginio (oksidatoriaus) formulė nenurodoma. Bandyme aprašytos reakcijos lygtis (tiksliau, reakcijos schema) tokia:



• Labai svarbi alkoholių savybė – reakcija su karboksirūgštimis. Jos metu susidaro esteriai (žr. p. 173).

Metanolis ir jo naudojimas

Šis alkoholis dar vadinamas **metìlo alkoholiù**, **mẽdžio spìritu** (jo galima gauti kaitinant medieną).

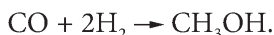
Metanolis yra bespalvis, nuodingas, labai lakus, degus skystis. Net ir mažas jo kiekis apnuodija organizmą, sukelia regos nervų paralyžių, pažeidžia akies tinklainę (nuo 5–10 ml galima apakti, 30–40 ml – mirtina dozė).



Kokie įspėjamieji ženklai turi būti ant indo su metanoliu?

Metanolis naudojamas kaip tirpiklis (gaminant dažus ir lakus), antifrizas* (50 % metanolio vandeninis tirpalas užšąla −43 °C temperatūroje, o 60 % tirpalas – esant −49 °C), degalai (JAV, Vokietìjoje), benzino priedas (oktaniniam skaičiui padidinti). Jis taip pat naudojamas biodyzelino gamybai (žr. p. 149), metanaliui (formaldehidui, kuris naudojamas plastikų gamybai), acto rūgščiai, vaistams, halogenalkanams ir kitiems organiniams junginiams gauti.

Pramonėje metanolis gaunamas iš anglies(II) oksido ir vandenilio:



$$CO + 2H_2 \rightarrow CH_3OH.$$

Tokiu būdu metanolis gaminamas akcinėje bendrovėje „Achema“ (Jonavojè).

Tai įdomu

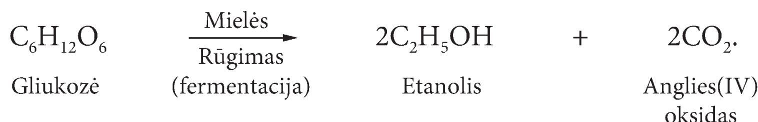
Mokslininkai mano, kad netolimoje ateityje metanolis gali tapti alternatyva kurui, gaunamam iš naftos. Metanolis būtų gaminamas iš anglies(IV) oksido ir vandens. Tokį kurą ir jo gamybą mėginama diegti Islándijoje. Iš karštųjų geoterminių šaltinių išgaunamas anglies(IV) oksidas verčiamas metanoliu.

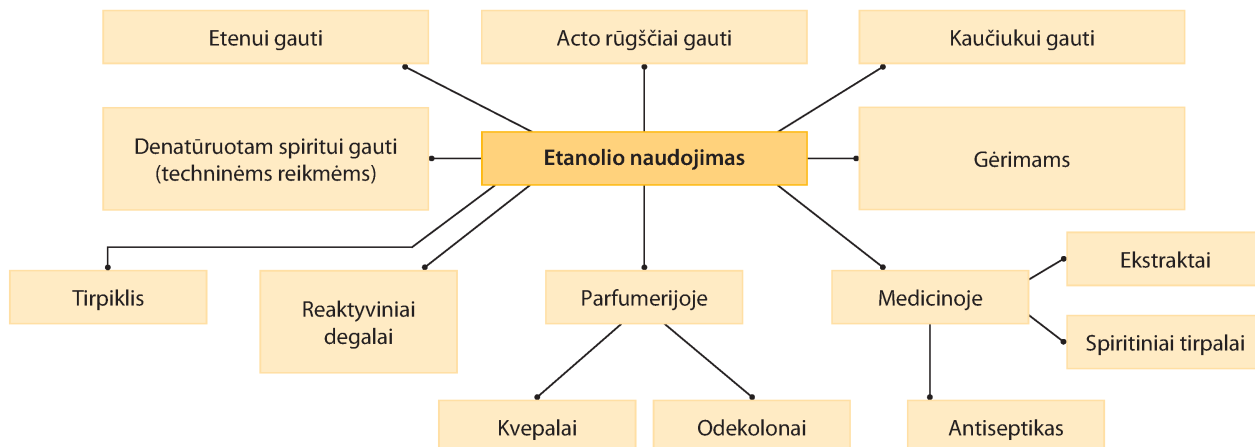
Etanolis ir jo naudojimas

Etanolis – bespalvis, savito kvapo ir skonio, lakus, degus skystis. 99,9 % etanolis vadinamas absoliučiuoju spiritu. Etanolio molekulės sandarą 1933 m. nustatė švedų chemikas Jensas Jakobas Berselijus. Pramoniniu būdu etanolis gaunamas iš eteno (žr. p. 134). Iš augalinių žaliavų (vaisių, uogų) žmonės mokėjo gaminti alkoholį dar žiloje senovėje. Rauginimo būdu etanolis pradėtas gaminti Itãlijoje XI–XII a.

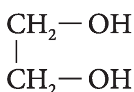
*Antifrizas (*anti* – prieš, angl. *freeze* – šalti) – medžiaga, pažeminanti skysčio užšalimo temperatūrą; aušalas, naudojamas žemesnėje kaip 0 °C temperatūroje.

Rauginant medžiagas, turinčias gliukozės (jos yra vaisiuose, uogose), sacharozės (sacharozė – tai cukranendrių, cukrinių runkelių cukrus) arba krakmolo (esančio kviečiuose, rugiuose, ryžiuose), susidaro etanolis:





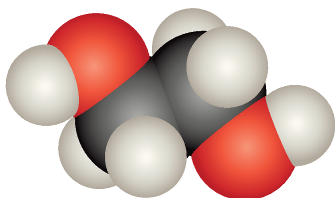
Etanolis – narkotinė medžiaga! Patekęs į organizmą, jis paralyžiuoja smegenų veiklą, veikia širdies ir kraujagyslių sistemą, sutrikdo daugelio kitų organų funkcijas. Išgėrus daug etilo alkoholio, sutrinka judesių koordinacija, lėtėja suvokimas, blogėja atmintis ir nuotaika, kartais atsiranda agresija. Nuo itin didelės dozės žmogus gali mirti. Nesaikingai vartojant alkoholį, susergama sunkia liga – alkoholizmu. Kepenyse skaidant etilo alkoholį (vykstant biocheminiams procesams), natūraliai gaminasi etanalis (aldehidas), kuris yra kenksmingas organizmui.



Struktūrinė formulė



Molekulinė formulė



Molekulės modelis

Dvihidroksilis alkoholis 1,2-etandiolis ir jo naudojimas

Dvihidroksilis alkoholis 1,2-etandiolis dar vadinamas etilenglikoliu. Buityje jis labiausiai žinomas kaip antifrizas. Etilenglikolio ir vandens mišiniai užšąla žemoje temperatūroje. Antifrizo pilama į automobilio radiatorių vidaus degimo varikliui aušinti. Žiemą jis saugo variklio aušinimo sistemą nuo sprogimo.

Mišinys, sudarytas iš 67 % etilenglikolio ir 33 % vandens, užšąla –75 °C temperatūroje, o sudarytas iš 50 % etilenglikolio ir 50 % vandens – aukštesnėje, –40 °C, temperatūroje. Šiuo antifrizu lėktuvai saugomi nuo apledėjimo (apipurškiami prieš pakilimą). Antifrizų pripildomi priešgaisriniai vamzdynai, kurių veikimas turi būti garantuotas, esant žemai temperatūrai.

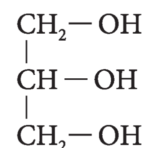
Antifrizai, turintys etilenglikolio arba metanolio (žr. p. 157), labai nuodingi.

Daug etilenglikolio sunaudojama poliesterinio pluošto (terileno, dar vadinamo lavsanu), plėvelių, sprogstamųjų medžiagų gamybai.

Grynas etilenglikolis – bespalvis, klampus, salsvo skonio, higroskopiškas skystis. Jis gerai tirpsta vandenyje ir organiniuose tirpikliuose, pavyzdžiui, acetone, alkoholiuose.

Trihidroksilis alkoholis 1,2,3-propantriolis ir jo naudojimas

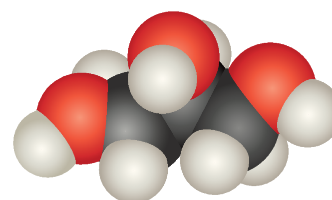
1,2,3-propantriolis buityje dažniausiai vadinamas gliceroliu (gr. *glykys* – saldus). Tai bespalvis, klampus, saldaus skonio skystis. Jo molekulėje yra trys hidroksigrupės. Glicerolis – labai higroskopiška medžiaga, vandenyje tirpsta neribotai.



Struktūrinė formulė



Molekulinė formulė


Molekulės modelis

Paaiškinkite, kodėl glicerolis gerai maišosi su vandeniu. Prisiminkite vandenilinių ryšių susidarymo galimybes.

Glicerolio naudojimas

- Glicerolis – vertinga daugelio kosmetikos ir medicinos priemonių (kremų, įvairių pienelių, veido kaukių, muilų, tepalų) sudedamoji dalis. Jis svarbus dėl tokių savybių: minkština ir drėkina odą, palaiko jos drėgnį. Rankų ir veido odą galima suminkštinti vandeniniu glicerolio tirpalu, tačiau jos negalima tepti bevandeniu gliceroliu. Bevandenis glicerolis odą sausina (sugeria iš odos paviršiaus drėgmę) ir gali ją smarkiai sudirginti.
- Glicerolis naudojamas sprogstamųjų medžiagų (trotilo, dinamito), antifrizų (70 % glicerolio ir 30 % vandens mišinys užšąla –40 °C temperatūroje), plastikų ir poliesterinių dervų, avalynės kremų gamybai, tekstilės ir odos (suteikia audiniams bei odai minkštumo ir elastingumo), dažų ir lakų pramonėje.
- Maisto pramonėje glicerolis naudojamas kaip maisto priedas – dirbtinis saldiklis E 422. Kulinarijoje jis pagerina konditerijos ir duonos gaminių kokybę – palaiko tinkamą gaminių masės tirštumą ir kietumą, lėtina žiedėjimą, mažina lipnumą.
- Naudojamas arbatos, kavos ir kitų augalų ekstraktams gauti, kaip sudedamoji dalis likerių ir nealkoholinių gėrimų gamybai.

Kaip atpažinti glicerolį arba vandeninį jo tirpalą? Glicerolis ir vandeniniai jo tirpalai, taip pat etilenglikolis atpažįstami su vario(II) hidroksidu.

Prisiminkite, kaip laboratorijoje gaunamas vario(II) hidroksidas, parašykite jo gavimo bendrąją ir sutrumpintą joninę lygtį.

 **Bandymas.** Į mėgintuvėlį įdėkite truputį šviežiai gautų mėlynų $Cu(OH)_2$ drebučių, įpilkite glicerolio tirpalo ir viską gerai sumaišykite. Medžiagoms sureagavus, gaunamas ryškiai mėlynas skaidrus tirpalas. Tai – kokybinė glicerolio atpažinimo reakcija.





Glicerolis gaunamas iš propeno ir hidrolizuojant riebalus.

Tai įdomu

Glicerolį 1779 m. pirmasis gavo švedų chemikas Karlis Vilhelmas Šelė (*Scheele*, 1742–1786) riebalų muilinimo (sąveikos su šarmu) reakcijos metu. Šioje reakcijoje glicerolis susidarė kaip šalutinis produktas.

Įsiminkite sąvokas

- Alkohòliai
- Fùnkcinė grùpė
- Oksidãcija
- Redùkcija

Pasitikrinkite žinias

1. Kuri iš šių junginių formulių priklauso alkoholiui?

A C_2H_5-OH **B** CH_2Cl_2 **C** $H-C(=O)-H$ **D** CH_3-COOH

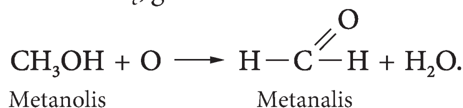
2. Parašykite 1-butanolio nesutrumpintą struktūrinę, sutrumpintą struktūrinę ir molekulinę formulę.

3. Kodėl, neatliekant jokių matematinių veiksmų, galima teigti, kad anglies masės dalis junginių $CH_3-CH_2-CH_2-OH$ ir $CH_3-CH(OH)-CH_3$ molekulėse yra vienoda?



4. Parašykite metanolio degimo reakcijos lygtį.

5. Oksiduojant metanolį, gaunamas aldehidas metanalis:



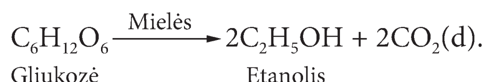
$$CH_3OH + O \longrightarrow H-C(=O)-H + H_2O.$$

Metanolis — Metanalis

Apskaičiuokite deguonies masės dalį metanolio ir metanalio molekulėje. Padarykite išvadą, kaip pakito deguonies masės dalis reakcijos produkto molekulėje, palyginti su masės dalimi pradinės medžiagos molekulėje.

6. Apskaičiuokite, kiek litrų deguonies (n. s.) reikia 6,4 g metanolio sudeginti. Reakcijos lygtis: $2CH_3OH + 3O_2 \rightarrow 2CO_2 + 4H_2O$.

7. Gliukozės rūgimas, kurio metu susidaro etanolis, išreiškiamas lygtimi



$$C_6H_{12}O_6 \xrightarrow{\text{Mielės}} 2C_2H_5OH + 2CO_2(d).$$

Gliukozė — Etanolis

Kiek gramų 40 % etanolio tirpalo galima gauti iš 3 mol gliukozės? Kiek litrų anglies(IV) oksido dujų (n. s.) išsiskiria šios reakcijos metu?

Apibendrinimas

- Alkoholiai – junginiai, kurių molekulėje viena arba kelios hidroksigrupės —OH (hidroksilai) yra susijungusios su sočiojo angliavandenilio liekana (t. y. viena arba kelios —OH grupės pakeitusios sočiojo angliavandenilio molekulėje vieną ar daugiau vandenilio atomų).
- Pagal —OH grupių skaičių molekulėje alkoholiai skirstomi į vienhidroksilius, dvihidroksilius (diolius), trihidroksilius (triolius), daugiahidroksilius (poliolius).
- Nešakotosios anglies grandinės alkoholiai iki $C_{10}H_{21}OH$ yra skysčiai, o didesnės molekulinės masės alkoholiai – kietosios medžiagos.
- Pirmieji trys homologinės eilės alkoholiai gerai tirpsta vandenyje. Didėjant molekulinei masei, alkoholių tirpumas mažėja.
- Metanolis ir etanolis dega mėlyna liepsna. Ilgėjant anglies atomų grandinei, liepsna darosi geltonesnė, ima rūkti.
- Alkoholiai – nuodingos medžiagos.
- Pramonėje etanolis gaunamas iš eteno, vykdant hidratacijos reakciją (žr. p. 134), taip pat rauginant gliukozės turinčias medžiagas.
- Alkoholiai – labai svarbi žaliava kitiems organiniams junginiams gauti.

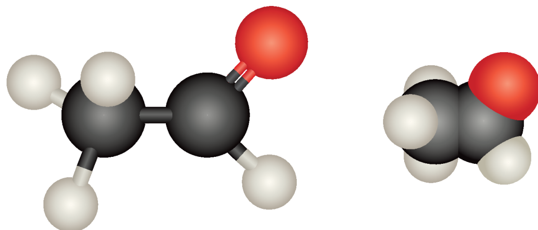
2.2. Aldehidai ir ketonai

Aldehidų ir ketonų molekulių sudėtis ir struktūra

Aldehìdai – organiniai junginiai, kurių molekulėse yra aldehido grupė $-\overset{\overset{\displaystyle O}{\|}}{C}-H$ (molekulėje kartais gali būti ir dvi aldehido grupės).

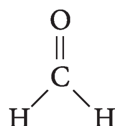
Šią atomų grupę prijungus prie alkilo, gaunamas aldehidas. Pavyzdžiui, aldehido grupę prijungus prie alkilo CH_3— (metilo), gaunamas aldehidas etanalis CH_3—**CHO**.

Parašykite etanalio nesutrumpintą struktūrinę formulę.

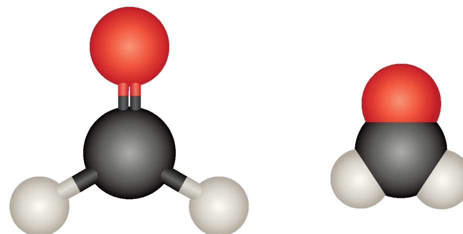


Etanalio molekulės modeliai

Paprasčiausias pagal sudėtį aldehidas yra metanalis, arba **formaldehìdas** (skruzdžių aldehidas) H—**CHO**. Tai vienintelis aldehidas, kurio molekulėje aldehido grupė yra susijungusi su vandenilio atomu (nėra alkilo).



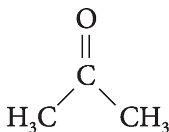
Metanalio (formaldehido) struktūrinė formulė



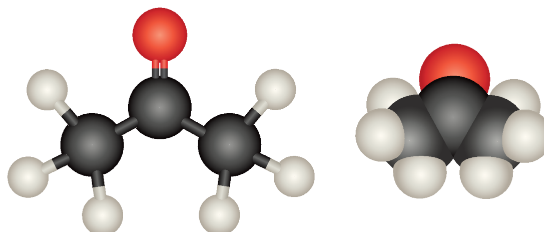
Metanalio molekulės modeliai

Ketònai (vok. *Keton* – acetonas) – organiniai junginiai, turintys karbonilo grupę >C=O (molekulėje gali būti ir dvi karbonilo grupės).

Jei ši atomų grupė sujungiama su dviem alkilais, gaunamas ketonas. Pavyzdžiui, su karbonilo grupe sujungus du alkilus CH_3— (metilus), gaunamas ketonas propanonas CH_3—CO—CH_3. Jis dar vadinamas **acetonù**.



Propanono struktūrinė formulė



Propanono molekulės modeliai

Parašykite propanono nesutrumpintą struktūrinę formulę.

Sudarant aldehidų ir ketonų pavadinimus, į grandinę įskaičiuojamas ir anglies atomas, esantis funkcinėje grupėje.

Kadangi etanalio CH_3—CHO molekulėje yra du C atomai, tai pavadinimo pagrindu imama sočiojo angliavandenilio su dviem anglies atomais pavadinimo šaknis *etan-* ir prie jos pridedamas baigmuo -*alis*. Propanono CH_3—CO—CH_3 molekulėje yra trys C atomai, todėl pavadinimo pagrindu imama sočiojo angliavandenilio su trimis anglies atomais pavadinimo šaknis *propan-* ir prie jos pridedamas baigmuo -*onas*.

Alkilai ketonų molekulėse gali būti vienodi ir skirtingi.

Bendroji sočiųjų aldehidų ir ketonų formulė yra $C_nH_{2n}O$. Vadinasi, **aldehidai ir ketonai tarpusavyje yra izomerai.**

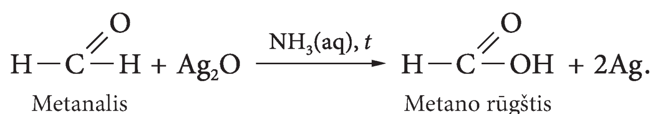
Kai kurios aldehidų ir ketonų savybės

Žemesnieji linijiniai homologinės eilės aldehidai ir ketonai yra lakūs skysčiai, o metanalis – bespalvės, aštraus savito kvapo dujos, gerai tirpstančios vandenyje ir organiniuose tirpikliuose. Ilgą C grandinę (apytiksliai nuo C_{12}) turintys nariai – bekvapės kietosios medžiagos, netirpstančios vandenyje.

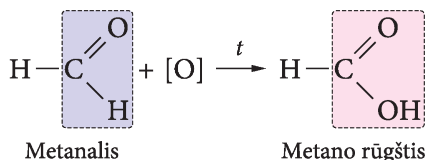
Ir aldehidai, ir ketonai neturi nei rūgštinių, nei bazinių savybių. Jiems tirpstant vandenyje, molekulės neskyla į jonus, t. y. neatsiranda nei vandenilio H^+, nei hidroksido OH^- jonų.

Kaip jau minėjome, deguonies turinčių organinių junginių savybės labai priklauso nuo funkcinės grupės. Kaip ir alkoholiams, aldehidams bei ketonams būdinga oksidacijos reakcija.

- **Aldehidų oksidacija.** Oksiduojant aldehidą, susidaro atitinkama karboksirūgštis. Tik aldehidams būdinga „sidabro veidrodžio“ reakcija. Jei kaip oksidatorius naudojamas sidabro(I) junginys, oksidacijos reakcijos metu ant indo sienelės nusėda plonas sidabro sluoksnis, kuris šviesą atspindi it veidrodis. Ši reakcija labai svarbi kaip kokybinė aldehidų atpažinimo reakcija:



Oksidacijos reakciją galima parašyti supaprastinta lygtimi, nurodant tik deguonies O prijungimą:



Bendroji aldehidų oksidacijos schema: aldehidas + [O] → karboksirūgštis.

1 bandymas. Į švarų mėgintuvėlį įpilama 2–3 ml etanalio arba kito aldehido grupę turinčios medžiagos (pvz., gliukozės) tirpalo, o į jį – amoniakinio sidabro(I) oksido tirpalo*. Mišinys truputį pakaitinamas. Ant mėgintuvėlio sienelių nusėda blizgi sidabro apnaša, chemikų vadinama „sidabro veidrodžiu“.

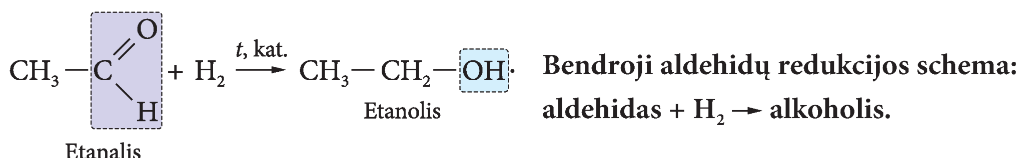


*Amoniakinis sidabro(I) oksido tirpalas ruošiamas taip: į sidabro(I) nitrato tirpalą įlašinami keli lašai šarmo. Susidaro tamsios nepatvaraus sidabro(I) hidroksido nuosėdos, kurios suskyla į sidabro(I) oksidą Ag_2O ir vandenį. Nuosėdos ištirpinamos lašinant amoniako tirpalą. Gautas tirpalas naudojamas minėtam bandymui.



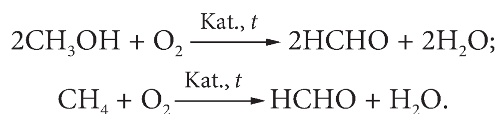
2 bandymas. Aldehidai atpažįstami ir su vario(II) hidroksidu. Pirmiausia gaunamas vario(II) hidroksidas: į 3–4 ml šarmo tirpalo įlašinami 4–5 lašai vario(II) druskos. Susidaro mėlynos $Cu(OH)_2$ nuosėdos (drebučiai). Ant nuosėdų pilama aldehido grupę turinčios medžiagos tirpalo ir medžiagos atsargiai pašildomos. Vykstant oksidacijos reakcijai, stebimi kitimai: iš pradžių mėlynos nuosėdos pagelsta (susidaro CuOH), o dar pašildžius pasidaro gelsvai raudonos. Tai gauto vario(I) oksido Cu_2O spalva.

- **Aldehidų redukcija vandeniliu.** Redukuojant aldehidą, susidaro atitinkamas alkoholis:



Bendroji aldehidų redukcijos schema:
aldehidas + H_2 → alkoholis.

Pramonėje formaldehidas gaunamas, oksiduojant metanolį arba metaną:



$$2CH_3OH + O_2 \xrightarrow{Kat.,\ t} 2HCHO + 2H_2O;$$
$$CH_4 + O_2 \xrightarrow{Kat.,\ t} HCHO + H_2O.$$

Aldehidų ir ketonų naudojimas

Iš aldehidų ir ketonų plačiausiai naudojamas formaldehidas ir acetonas.

Metanãlis, arba **formaldehìdas**, **HCHO** įprastomis sąlygomis yra aštraus kvapo, dusinančio poveikio, vandenyje tirpstančios dujos. Tai labai nuodinga medžiaga! 37–40 % vandeninis metanalio tirpalas vadinamas **formalinù**. Jame konservuojami anatominiai pavyzdžiai (augalai, vabzdžiai, gyvūnai). Jis naudojamas mirusiųjų kūnams balzamuoti, kaip antiseptikas. Vandeniniam tirpalui būdingos stiprios dezinfekcinės savybės – naikina daugelį mikroorganizmų (bakterijas, grybelius, sporas).

Daugiau kaip pusė pasaulyje gauto formaldehido sunaudojama formaldehidinėms dervoms ir plastikams gaminti. Iš fenolio ir formaldehido gaminamos dervos, kurias maišant su įvairiais užpildais bei dažais ir atitinkamai apdorojant, gaunami plastikiniai izoliaciniai dirbiniai – buitiniai elektros reikmenys (kištukiniai ir elektros lempų lizdai, šakutės, telefonų aparatų korpusai ir kt.). Karbamidinė derva naudojama, gaminant presuotą medieną, klijuotinę fanerą, plokštes, baldus, apdailos medžiagas. Formalinas ir karbamidinė derva gaminama akcinėje bendrovėje „Achema“.

Formaldehidas naudojamas organinių dažų, klijų, vaistų gamybai, odos pramonėje kaip fungicidas (lot. *fungus* – grybas, *caedo* – žudau),

patalpoms, įrankiams dezinfekuoti. Nedaug šios medžiagos randama dezodorantuose, kosmetikos ir dezinfekavimo priemonėse, tirpikliuose.

Nedidelis kiekis formaldehido susidaro kaip tarpinis daugumos gyvūnų medžiagų apykaitos produktas.

Etanãlis CH_3-CHO, kaip ir metanalis, yra nuodingas junginys, toksiškas tarpinis alkoholio oksidacijos produktas (žr. cheminę reakciją p. 157). Jis nuodija organizmą – trikdo smegenų veiklą, lėtina medžiagų apykaitą. Dėl to išgėrusio alkoholio (etanolio) žmogaus savijauta dažniausiai būna labai bloga.



Acetono yra nagų lako valikliuose.

Acetònas (propanònas) $CH_3-CO-CH_3$ – bespalvis, savito kvapo, lakus, lengvai užsiliepsnojantis skystis. Jis yra labai geras dažų, emalių ir lakų tirpiklis, juo galima valyti riebalų dėmes. Acetonas – nagų lako valiklių, įvairių klijų bei tirpiklių sudedamoji dalis. Naudojamas acetatiniam šilkui, kino juostoms gaminti ir kaip žaliava sintetinant daugelį organinių junginių.

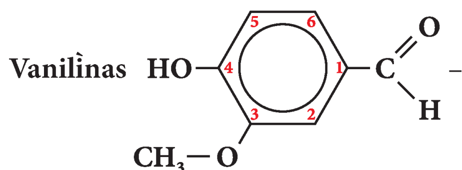
Acetono susidaro kepenyse, kai riebalai organizme oksiduojasi nepakankamai.

Yra žinoma daug gamtinių medžiagų, kurių kvapas priklauso nuo jose esančių nesočiųjų ir aromatinių aldehidų bei ketonų. Tokių medžiagų randama įvairių augalų vaisiuose, žieduose ar žievėje.

Benzaldehìdas C_6H_5-CHO ( ) – bespalvis, stipraus migdolų kvapo skystis, naudojamas parfumerijoje (muilams aromatizuoti).

Akrilaldehìdas (akroleìnas, propenãlis) $CH_2=CH-CHO$ – bespalvis, troškaus kvapo skystis, naudojamas įvairioms organinėms medžiagoms, pavyzdžiui, gliceroliui, aminorūgštims, sintetinti. Polimeriniai jo dariniai naudojami popieriaus ir tekstilės gaminių kokybei gerinti.

Akrilaldehido ir kitų aldehidų yra tabako dūmuose. Šis nesotusis aldehidas dirgina nosies, akių, viršutinių kvėpavimo takų gleivinę (labiau negu formaldehidas), didina riziką susirgti plaučių vėžiu. Tabako dūmų įtaka sveikatai tyrinėjama įvairiose šalyse. Išvada viena – rūkymas labai kenkia sveikatai.

Vanilìnas 

– balta, kvapi kristalinė medžiaga, kurios yra dekoratyvaus, prieskoninio, vaistinio atogrąžų juostos augalo – vanilės (isp. *vanilla* – ankštelė, ankštarėlė) – vaisiuose.



Žydinti vanilė



Vanilės ankštys

Tai įdomu

Tinkamai paruoštos ir laikomos vanilės kvapas išsilaiko daugiau kaip 30 metų. Kvapioji vanilė žydi vos kelias valandas, o jos ankštys bręsta apytiksliai 9 mėnesius.

Vanilės kvapą lemia daugybė jos ankštyse esančių aromatinių medžiagų, o vanilinas yra vienas svarbiausių, nuo kurio priklauso būdingas prieskonio kvapas. Vanilinas priskiriamas prie žinomiausių ir brangiausių aromatinių medžiagų pasaulyje. Vanilė laikoma prieskonių karaliene ir vienu svarbiausių kvapų parfumerijoje.

Vanilė naudojama maisto produktams aromatizuoti, ji yra kvepalų, kosmetikos priemonių sudedamoji dalis.

Cinamòno aldehìdas $C_6H_5-CH=CH-C\begin{smallmatrix}\diagup\!\!\diagup O\\ \diagdown H\end{smallmatrix}$ – gelsvas, cinamono kvapo skystis. Cinamonas (gr. *kynnamōmon*) – visžalis medis arba krūmas, turintis eterinių aliejų. Medicinoje jis naudojamas cukriniam diabetui ir vėžiui gydyti. Cinamonas mažina kraujo krešėjimą, dujų kaupimąsi žarnyne, malšina uždegimus, skrandžio ir žarnyno skausmus. Šio augalo žievė arba jos milteliai maisto pramonėje vartojami kaip prieskoniai.



Cinamono žievė ir milteliai

Citrãlis $CH_3-\overset{\displaystyle CH_3}{\overset{|}{C}}=CH-CH_2-CH_2-\overset{\displaystyle CH_3}{\overset{|}{C}}=CH-CHO$ – beveik bespalvis, citrinos kvapo skystis, randamas daugelyje eterinių aliejų (citrinų, eukaliptų, imbiero ir kt.). Parfumerijoje ir maisto pramonėje citralis naudojamas kaip kvapi medžiaga, farmacijoje – kaip žaliava vitamino A gamybai, medicinoje – kaip antiseptinė ir uždegimus padedanti malšinti priemonė (yra vaistų akims sudėtyje, mažina kraujospūdį).



Eukaliptas



Citrina



Imbieras

Tai įdomu

Manoma, kad Lietuvojè anyžių pradėta vartoti XIX a. pabaigoje. Džiovinti anyžių vaisiai yra saldaus, aitraus ir kartoko skonio. Jais (milteliais, skiltelėmis) gardinami kepsniai, padažai, žuvų patiekalai, sriubos, giros, pyragai, konditerijos gaminiai. Anyžių lašais gydomas bronchitas, kokliušas. Patepus kūną anyžių aliejumi, galima apsisaugoti nuo uodų ir kitų kraujasiurbių vabzdžių. Eterinis anyžių aliejus naudojamas likerių ir degtinės pramonėje, parfumerijoje, kosmetikoje.

Anýžių aldehìdas $CH_3O-C_6H_4-CHO$ – klampi, malonaus kvapo lengvai lydi kietoji medžiaga (t_{lyd} = 0–2,5 °C). Jos yra anyžiuose ir pankoliuose. Anyžių aldehidas naudojamas parfumerijoje, taip pat kaip žaliava vaistų ir kvapiųjų esencijų gamybai.

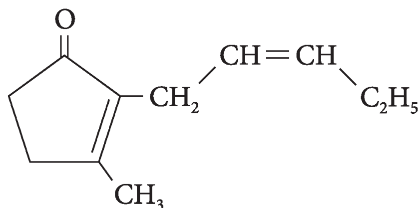


Pankolis



Anyžius

Žasmònas – jazminais kvepianti medžiaga, kurios yra eteriniame jazminų aliejuje. Jis naudojamas parfumerijoje.



Žasmono molekulės sutrumpinta struktūrinė formulė

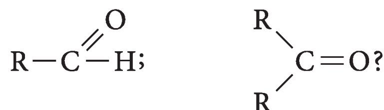


Jazmino žiedai

Diacetìlas (biacetilas, 2,3-butandionas) $\mathbf{H_3C-CO-CO-CH_3}$ – gelsvas, stipraus savito kvapo skystis, sviesto ar irisų skonį primenanti medžiaga. Jos dedama į margariną, sūrius, kremus, norint suteikti šiems produktams atitinkamą skonį ir kvapą. Diacetilas naudojamas kukurūzų spragėsiams pagardinti. Į gaminius jo dedama labai nedaug – dešimtosios miligramo dalys į vieną kilogramą. Ilgai būnant aplinkoje, kurioje yra diacetilo garų, jie gali pakenkti sveikatai, sukelti kvėpavimo organų ligas.

Pasitikrinkite žinias

1. Kuri šių formulių žymi aldehidą, o kuri – ketoną:



2. Kuo panašios ir kuo skiriasi viena nuo kitos aldehidų ir ketonų funkcinės grupės?

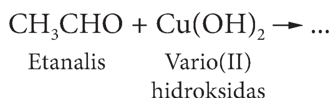
3. Pabaikite sakinius: „Aldehidus galima gauti oksiduojant ...“ ir „Oksiduojant aldehidus, gaunamos ...“

4. Parašykite propanalio sutrumpintą struktūrinę formulę.

5. Parašykite ketono C_4H_8O nesutrumpintą struktūrinę formulę.

6. –20 °C temperatūroje formaldehidas virsta skysčiu, kurio tankis 0,815 g/cm^3. Kokį tūrį (n. s.) užimtų 0,5 l formaldehido, virtusio dujomis?

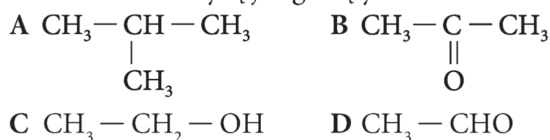
7. Pabaikite rašyti etanalio oksidacijos vario(II) hidroksidu reakcijos lygtį, žinodami, kad reakcijos produktai yra etano (acto) rūgštis, vario(I) oksidas ir vanduo.



$$CH_3CHO + Cu(OH)_2 \rightarrow ...$$

Etanalis Vario(II) hidroksidas

8. Kuris iš užrašytų junginių yra aldehidas?



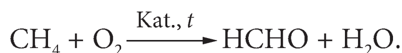
A $CH_3-CH(CH_3)-CH_3$ **B** $CH_3-C(=O)-CH_3$

C CH_3-CH_2-OH **D** CH_3-CHO

Įsiminkite sąvokas

- Aldehìdas
- Ketònas

9. Deguonies turinčiame organiniame junginyje anglies masės dalis yra 62,1 %, vandenilio – 10,3 %, deguonies – 27,6 %.
a) Parašykite šio organinio junginio molekulinę formulę.
b) Parašykite šio junginio sutrumpintą struktūrinę formulę.
c) Nurodykite, kuriai organinių junginių klasei jis priskiriamas.
d) Parašykite junginio izomero sutrumpintą struktūrinę formulę.
10. Kokia yra metanalio, gauto oksiduojant 800 m^3 metano (n. s.), masė, jei produkto išeiga 85 %? Reakcijos lygtis:



$$CH_4 + O_2 \xrightarrow{\text{Kat.}, t} HCHO + H_2O.$$

2.3. Karboksirūgštys

Karboksirūgščių sudėtis ir skirstymas

Organiniai junginiai, kurių molekulėse yra karboksigrupė —COOH, vadinami **karboksirūgštìmis**.

Į karboksigrupę $-\overset{\overset{\displaystyle O}{/\!/}}{C}-OH$ galime žiūrėti kaip į dviejų funkcinių grupių: karbonilo $-\overset{\overset{\displaystyle O}{/\!/}}{C}-$ ir hidroksilo —OH, „sąjungą" – prie karbonilo anglies atomo yra prisijungęs hidroksilas. Funkcinės grupės pavadinimas „karboksi-" kildinamas iš šių dviejų grupių pavadinimų.

Rūgštys, kaip ir aldehidai bei ketonai, pagal sudėtį gali būti labai įvairios:
- turinčios molekulėje vieną karboksigrupę, susijungusią su sočiojo angliavandenilio liekana – alkilu (sočiosios monokarboksirūgštys);
- turinčios dvi ir daugiau karboksigrupių (dikarboksirūgštys, polikarboksirūgštys);
- turinčios hidroksigrupę (hidroksirūgštys);
- turinčios molekulėje karboksigrupę, susijungusią su nesočiojo angliavandenilio liekana (nesočiosios karboksirūgštys);
- turinčios benzeno žiedą (aromatinės karboksirūgštys).

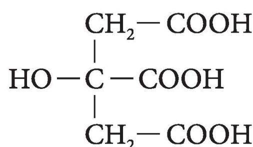
Karboksirūgščių skirstymas

Karboksirūgščių grupės	Pavyzdžiai		
Sočiosios **mono**karboksirūgštys	H**COOH** Metano (arba skruzdžių) rūgštis	CH_3**COOH** Etano (arba acto) rūgštis	CH_3CH_2**COOH** Propano (arba propiono) rūgštis

Karboksirūgščių grupės	Pavyzdžiai
Dikarboksirūgštys	**HOOC**–**COOH** Etano dirūgštis (oksalo arba rūgštynių rūgštis) **HOOC**–CH_2–**COOH** Propano dirūgštis (malono rūgštis) **HOOC**–CH_2–CH_2–**COOH** Butano dirūgštis (gintaro rūgštis)
Hidroksirūgštys	$\overset{3}{C}H_3\overset{2}{C}H(OH)\overset{1}{C}$**OOH** Pieno rūgštis (2-hidroksipropano rūgštis) **HO** – $\overset{2}{C}H$ – $\overset{1}{C}$**OOH** **HO** – $\overset{3}{C}H$ – $\overset{4}{C}$**OOH** Vyno rūgštis (2,3-dihidroksibutano-1,4-dikarboksirūgštis)
Nesočiosios karboksirūgštys	**HOOC**–CH = CH–**COOH** Buteno dirūgštis (arba fumaro rūgštis)
Aromatinės karboksirūgštys	C_6H_5**COOH** Benzoinė rūgštis (benzenkarboksirūgštis)

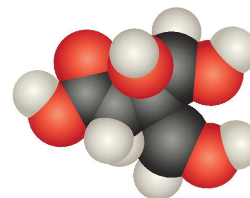
Karboksirūgštys gamtoje

Valgydami vaisius ir uogas, dažniausiai juntame rūgštų skonį. Jį lemia įvairios organinės rūgštys – karboksirūgštys. Tarp jų vyrauja citrinų rūgštis. Mažesniais kiekiais randama benzenkarboksirūgšties C_6H_5–COOH (žr. p. 174), obuolių rūgšties HOOC–CHOH–CH_2–COOH ir visai nedaug – rūgštynių, gintaro rūgšties.



Citrinų rūgšties struktūrinė formulė


Citrinose yra citrinų rūgšties.


Citrinų rūgšties molekulės modelis

Rūgštynės ir rabarbarai turi daug rūgštynių rūgšties (etano dirūgšties) HOOC–COOH. Rūgpienyje, kefyre, jogurtuose, sūriuose yra pieno rūgšties (žr. p. 174), žmogaus ir gyvūnų organizme – aminorūgščių (baltymų sudėtyje) (žr. p. 183, 192).


Rūgštynės


Rabarbarai



Kas lemia rūgštų tirpalų skonį?
Pasidomėkite, kodėl nepatariama daug valgyti rabarbarų ir rūgštynių (ypač vaikams).



Įkandus skruzdei arba prisilietę prie kadagio, eglės spyglių ar dilgėlių, pajuntame dilginantį skausmą. To priežastis – po oda patekusios skruzdžių liaukų išskyros arba spygliuose ir dilgėlių plaukeliuose esančios sultys. Jų sudėtyje yra skruzdžių rūgšties HCOOH. Šios rūgšties mažais kiekiais randama kraujuje, raumenyse.







Rūgščių homologinė eilė

Sočiųjų monokarboksirūgščių homologinės eilės pirmasis narys yra metano, arba skruzdžių, rūgštis **H**COOH. Tik jos molekulėje karboksigrupė yra prisijungusi prie vandenilio atomo, kitų homologinės eilės narių molekulėse ši grupė prisijungusi prie alkilo: $\mathbf{CH_3}COOH$, $\mathbf{C_2H_5}COOH$ ir t. t.

Sudarant karboksirūgščių pavadinimus, į anglies atomų grandinę įskaičiuojamas ir karboksigrupės anglies atomas. Pavyzdžiui, $\overset{2}{C}H_3\overset{1}{C}OOH$ molekulėje yra du anglies atomai, todėl rūgšties pavadinimo pagrindu imamas sočiojo angliavandenilio, turinčio du anglies atomus, pavadinimas ir prie jo pridedamas žodis „rūgštis“. Taigi junginio CH_3COOH pavadinimas yra etano rūgštis.

Sočiųjų monokarboksirūgščių homologinė eilė, pavadinimai, virimo temperatūra

Rūgšties formulė	Sisteminis pavadinimas	Nesisteminis (trivialusis) pavadinimas	Virimo temperatūra, °C
H–COOH	Metano rūgštis	Skruzdžių rūgštis	100,8
$\mathbf{CH_3}$–COOH	Etano rūgštis	Acto rūgštis	118,1
$\mathbf{C_2H_5}$–COOH	Propano rūgštis	Propiono rūgštis	141,0
$\mathbf{C_3H_7}$–COOH	Butano rūgštis	Sviesto rūgštis	163,5
$\mathbf{C_4H_9}$–COOH	Pentano rūgštis	Valerijono rūgštis	187,0
...			

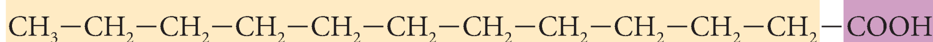
Buitinėje kalboje dažnai vartojami nesisteminiai, tradiciškai nusistovėję rūgščių pavadinimai, o chemijos literatūroje reikalaujama vartoti sisteminius pavadinimus (pagal IUPAC).

Sočiųjų monokarboksirūgščių bendroji molekulinė formulė yra $\mathbf{C_nH_{2n+1}COOH}$.

Rūgščių savybės

Pirmosios trys (C_1–C_3) homologinės eilės rūgštys yra bespalviai, aštraus kvapo, gerai tirpstantys vandenyje skysčiai, tolesnės penkios (C_4–C_8) – klampūs skysčiai, dar tolesnės (nuo C_9) – bekvapės, vandenyje netirpstančios kietosios medžiagos.

Karboksirūgščių, turinčių neilgą anglies atomų grandinę, savybes lemia funkcinė grupė, t. y. polinė molekulės dalis. Todėl šios rūgštys gerai tirpsta vandenyje. Pavyzdžiui, propano (propiono) rūgštis $CH_3{-}CH_2{-}COOH$ gerai tirpsta vandenyje, nes tirpumą lemia polinė molekulės dalis – karboksigrupė $-COOH$. Jei rūgšties molekulėje rūgšties liekanos anglies atomų grandinė yra ilga, t. y. molekulė turi ilgą nepolinę dalį, tai ši dalis lemia rūgšties tirpumą vandenyje. Tokios rūgšties tirpumas smarkiai sumažėja. Pavyzdžiui, dodekano (laurino) rūgštis



$CH_3{-}CH_2{-}CH_2{-}CH_2{-}CH_2{-}CH_2{-}CH_2{-}CH_2{-}CH_2{-}CH_2{-}CH_2{-}COOH$

Nepolinė molekulės dalis — Polinė molekulės dalis

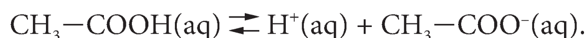
blogai tirpsta vandenyje, nes tirpumą lemia nepolinė molekulės dalis – angliavandenilio liekana $C_{11}H_{23}{-}$.

Karboksirūgštys yra silpnosios rūgštys.



Koks yra rūgščių skirstymo į stipriąsias ir silpnąsias pagrindas?

Vandenyje tik nedidelė dalis karboksirūgščių molekulių suskyla į jonus, be to, dalis atsiradusių jonų vėl susijungia ir sudaro molekules. Taigi rūgšties jonizacija yra grįžtamasis procesas, užrašomas lygtimi



$$CH_3{-}COOH(aq) \rightleftarrows H^+(aq) + CH_3{-}COO^-(aq).$$

Etano rūgštis — Etanoato jonas (rūgšties liekana)

Atkreipkite dėmesį, kad karboksirūgšties liekanos (neigiamojo jono) pavadinimas (etan*oatas*) turi priesagą -*oat*- ir galūnę -*as*.



Kaip įrodytumėte, kad etano rūgšties tirpale yra vandenilio jonų?

Prisiminkite

Vandenilio jonai atpažįstami indikatoriais arba atliekant reakcijas su karbonatais.

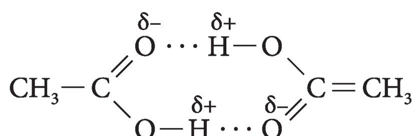
Tai įdomu

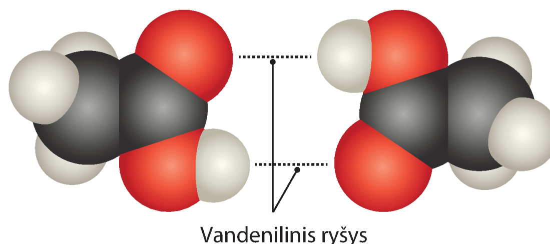
Actas – vienas seniausiai vartojamų produktų, gautas alkoholio fermentacijos (rūgimo) metu. To dar nežinodami actą atrado vyndariai. Jie pastebėjo, kad atviruose induose laikomas vynas surūgsta (fermentuojasi) ir virsta rūgščiu skysčiu – actu. Vėliau paaiškėjo, kad gautas produktas yra labai vertingas: saugo maistą nuo gedimo, suminkština mėsą, dezinfekuoja vandenį. XIX a. viduryje prancūzų mikrobiologas ir chemikas Luji Pasteras (*Pasteur*, 1822–1895) moksliškai pagrindė, kad spiritas (etanolis) gali fermentuotis iki rūgšties tik esant tam tikriems mikroorganizmams. Acto rūgštį gaminančios bakterijos paplitusios vandenyje, dirvožemyje, maisto produktuose.

Etano (acto) rūgšties savybės

Etano rūgšties savybės, paplitimas gamtoje. Geriausiai visiems žinoma organinė rūgštis yra **etãno (ãcto) rūgštìs CH_3COOH**. Tai bespalvis, aštraus savito kvapo skystis.

Buityje vartojamas 3–9 % etano rūgšties tirpalas (vadinamas actu) ir daug didesnės koncentracijos (70–80 %) tirpalai – esencijos. Gryna bevandenė (100 %) acto rūgštis vadinama ledine acto rūgštimi, nes žemesnėje kaip 16,7 °C temperatūroje virsta į ledą panašiais bespalviais kristalais. Jo, kaip ir kitų rūgščių, molekules sieja gana stiprūs vandeniliniai ryšiai:





Prisiminkite

Vandeniliniai ryšiai yra apie 10–20 kartų silpnesni už kovalentinius ryšius molekulėje.

Etano rūgščiai tirpstant vandenyje, vandeniliniai ryšiai susidaro tarp vandens ir rūgšties molekulių.

Acto rūgštis paplitusi gamtoje. Jos yra šlapime, prakaite, augaluose. Acto rūgšties susidaro gendant vaisiams, kai kuriems maisto produktams. Natūralus actas turi acto rūgšties ir įvairių kitų sudedamųjų dalių: obuolių, vyno (esančios vynuogėse) ar citrinų rūgšties, taip pat aldehidų ir esterių, kurie suteikia tirpalui kvapą ir skonį.

Cheminės savybės. Karboksirūgščių cheminės savybės panašios į neorganinių rūgščių savybes.

- **Poveikis indikatoriams.** Karboksirūgščių tirpaluose indikatoriai keičia spalvą.

 **1 bandymas.** Ištirkite, kaip pakinta indikatorių spalva acto rūgšties tirpale.

Priemonės: 1) mėgintuvėlių stovas; 2) 3 mėgintuvėliai; 3) pipetė.

Medžiagos: 1) 9 % acto (etano) rūgšties tirpalas; 2) indikatorių – lakmuso, metiloranžinio, fenolftaleino – tirpalai arba popierėliai.

Suplanuokite bandymą, jį atlikite ir parenkite ataskaitą su išvadomis.

- **Reakcijos su neorganinėmis medžiagomis.** Karboksirūgštys reaguoja su metalais (metalai, esantys elektrocheminėje įtampų eilėje iki vandenilio, iš rūgščių išstumia vandenilį), metalų oksidais, hidroksidais, druskomis.

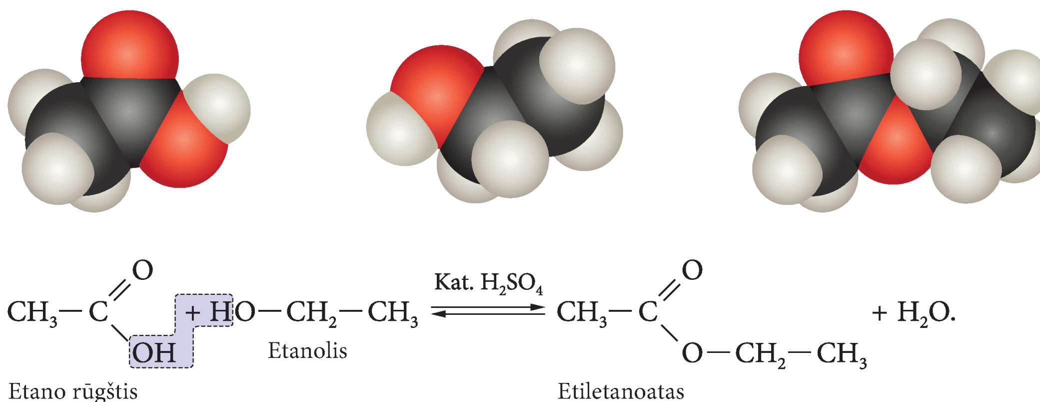
 **2 bandymas.** Ištirkite, kaip etano rūgštis (9 % tirpalas) reaguoja su:

1) metalais (Mg, Zn, Fe, Cu);
2) metalų oksidais (MgO, CaO, Fe_2O_3, CuO);

3) hidroksidais (NaOH tirpalu, $Cu(OH)_2$, $Fe(OH)_3$);
4) druskomis ($NaHCO_3$, $MgCO_3$, $CaCO_3$).

Suplanuokite bandymą, jį atlikite ir parenkite ataskaitą su išvadomis. Bandymą atlikite grupėmis.

• **Reakcijos su alkoholiais.** Dar viena labai svarbi karboksirūgščių savybė – sąveika su alkoholiais. Šių reakcijų metu gaunamos medžiagos, vadinamos **èsteriais**. Jie susidaro sąveikaujant alkoholių hidroksilui ir rūgščių karboksilui. Pavyzdžiui, sąveikaujant etano rūgščiai CH_3COOH su etanoliu C_2H_5OH, susidaro esteris **etiletanoãtas**:



Etiletanoatas turi savitą malonų kvapą, kuris labai skiriasi nuo alkoholio ir karboksirūgšties kvapo.

Karboksirūgščių ir alkoholių reakcija vadinama **èsterinimo reãkcija**. Esterinimo reakcijos yra grįžtamosios.

Esterių sąveikos su vandeniu (atvirkštinės) reakcijos yra **hidrolìzės reãkcijos** (gr. *hydor* – vanduo, gr. *lysis* – atskyrimas, tirpdymas).

Kai kurių svarbesnių karboksirūgščių naudojimas

Etãno (ãcto) rūgštìs naudojama maisto pramonėje kaip prieskonis maistui gardinti ir kaip maisto priedas (konservantas) E 260 daržovėms, grybams, žuvims konservuoti. Buityje vartojamas actas būna pagamintas iš spirito (alkoholio), vynuogių ar obuolių vyno. Kartais jis aromatizuojamas prieskoninių augalų (peletrūnų, juodųjų serbentų, mėtų, bazilikų ir kt.) lapais ar šaknimis. Daug acto rūgšties (apie 40–45 % viso pagaminamo kiekio) sunaudojama chemijos pramonėje polivinilacetatui gaminti (šis polimeras yra rišiklis lateksinių dažų ir klijų pramonėje), tekstilės pramonėje pluoštams dažyti (kaip kandikas, t. y. preparatas, padedantis įtvirtinti dažomos medžiagos spalvą, naudojamos acto rūgšties druskos – aliuminio, geležies, chromo etanoatai). Etano rūgštis yra žaliava acetatinių pluoštų, acetono, esterių, vaistų (aspirino) gamybai.

Tai įdomu

Ypač vertinama acto rūšis – balzaminis (arba kitaip – Modenos) actas. Jis gaminamas tik Itãlijoje, Emilijos-Romanijos srityje. Žinomas maždaug 1000 metų. Šis actas gaminamas tik iš tam tikrų rūšių vynuogių, o gamybos procese laikomasi ypatingų tradicinių technologinių reikalavimų, kol iš sulčių gaunamas kokybiškas subtilaus skonio ir kvapo actas. Šis procesas trunka nuo 12 iki 30 metų, o kartais ir ilgiau. Balzaminis actas yra tamsiai rudos spalvos, savito kvapo ir saldžiarūgščio skonio tirštokas skystis. Jis tinka ir šaltiems, ir karštiems patiekalams, ir net desertui gardinti. Lietuvojè galima nusipirkti įvairių brandinimo metų (3–12 ir daugiau) balzaminio acto.

Metãno (skruzdžių̃) rūgštìs HCOOH – bespalvis, labai aštraus kvapo skystis. Ji yra stipriausia iš monokarboksirūgščių, dirgina odą (žr. p. 170). Metano rūgštis naudojama maisto pramonėje kaip antiseptikas (naikina grybus, bakterijas, mikrobus), tekstilės pramonėje kaip kandikas, kaučiuko ir katalizatorių gamybai. Koncentruoti (apie 60 %) metano rūgšties tirpalai (tiksliau, jų garai) naudojami varoatozės erkėms naikinti (varoatozė – bičių liga, kurią sukelia šios parazitinės erkės). Metano rūgšties esteriai – metanoatai – naudojami kaip tirpikliai ir kvapiosios medžiagos (žr. p. 175).

Benzenkarboksirūgštìs C_6H_5COOH – bespalviai blizgantys kristalai, gerai tirpstantys organiniuose tirpikliuose. Ši rūgštis turi antiseptinių, konservuojančių savybių (konservantas E 210), todėl naudojama maisto pramonėje, farmacijoje (vaistų gamybai), kosmetikos ir parfumerijos, chemijos pramonėje (gaminant kvapiąsias medžiagas ir dažus). Šios rūgšties randama gamtiniuose eteriniuose aliejuose (pavyzdžiui, gvazdikų), bruknių ir spanguolių uogose (iki 7 %). Bruknės ir jų uogienė be cukraus gana ilgai negenda, o šviežias spanguoles laikant šaltai vandenyje galima išsaugoti iki naujo derliaus.





Spanguolės ir bruknės – natūralūs antibiotikai.

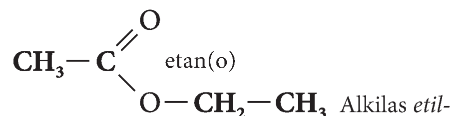
Maisto pramonėje ši benzenkarboksirūgštis ir jos natrio, kalio, kalcio druskos naudojamos kaip konservantai ir antioksidantai (E 210–E 213). Maisto su šiais priedais turėtų vengti alergiški ir astma sergantys žmonės. Beje, per didelės šių maisto priedų dozės gali sukelti vėžį.

Esteriai

Èsteriai – organiniai junginiai, kurie susidaro alkoholiams reaguojant su karboksirūgštimis.

Jų molekulėse funkcinė grupė —COO**R** yra susijungusi su alkilu (angliavandenilio liekana, pavyzdžiui, CH_3—, C_2H_5—, ...) arba vandeniliu H—, jei su alkoholiu reaguoja metano rūgštis. Esterių funkcinėje grupėje **R** – alkilas, esantis alkoholio molekulėje.

Kaip sudaromi esterių pavadinimai? Išnagrinėkite pavyzdį. Esterio



pavadinimas susideda iš etanolio molekulėje esančio alkilo pavadinimo *etil*-, etano rūgšties pavadinimo *etan*-, priesagos -*oat*- ir galūnės -*as* – ***etiletanoãtas***.

Tai įdomu

Pieno (2-hidroksipropano) rūgštį $\overset{3}{C}H_3\overset{2}{C}H(OH)\overset{1}{C}OOH$ maisto



produktuose gamina pieno rūgšties bakterijos. Jos minta produktuose esančiais angliavandeniais (gliukoze, cukrumi), ir vykstant biocheminėms reakcijoms susidaro pieno rūgštis. Pieno rūgštis turi konservuojančių savybių. Ji naudojama maisto pramonėje kaip konservantas E 270 (stabdantis rūgimą ir grybų augimą), kosmetikoje odą stangrinantiems kremams, šampūnams ir prausikliams gaminti, veido procedūroms (20 % pieno rūgštis). Pieno rūgštis susidaro, rauginant pieną, kopūstus, agurkus, silosuojant pašarus. Daržoves rekomenduojama rauginti 15–20 °C temperatūroje. Jei temperatūra yra aukštesnė, kartu su pieno rūgšties bakterijomis dauginasi ir kiti mikroorganizmai, tarp jų – sviesto rūgšties bakterijos. Tada maisto produktuose susidaro sviesto (butano) rūgštis, kuri jiems suteikia labai nemalonų kvapą ir skonį.

Esteriai augaluose. Esterių yra įvairių augalų žiedlapiuose, lapuose, šaknyse, žievėje, vaisiuose, eteriniuose aliejuose, vaškuose (bičių, gyvūnų, augalų), augaliniuose ir gyvūniniuose riebaluose, meduje, bičių pikyje. Dauguma mažesnės molekulinės masės esterių yra malonaus kvapo medžiagos.

Natūralūs kvapnūs esteriai:



- **etil**metanoatas $HCOO\mathbf{CH_2CH_3}$ – romo, avięčių kvapo,
- **etil**butanoatas $CH_3CH_2CH_2COO\mathbf{CH_2CH_3}$ – abrikosų kvapo,
- **metil**butanoatas $CH_3CH_2CH_2COO\mathbf{CH_3}$ – obuolių (reneto) kvapo,
- **2-metilpropil**metanoatas $HCOO\mathbf{CH_2CH(CH_3)_2}$ – avięčių kvapo,
- **3-metilbutil**etanoatas $CH_3COO\mathbf{CH_2CH_2CH(CH_3)_2}$ – kriaušių kvapo,
- **butil**butanoatas $CH_3CH_2CH_2COO\mathbf{CH_2CH_2CH_2CH_3}$ – ananasų kvapo,
- **2-metilpropil**etanoatas $CH_3COO\mathbf{CH_2CH(CH_3)_2}$ – bananų kvapo,
- **oktil**etanoatas $CH_3COO\mathbf{CH_2(CH_2)_6CH_3}$ – apelsinų kvapo.

Paprasčiausių alkoholių ir karboksirūgščių esteriai yra bespalviai, lakūs, vandenyje sunkiai tirpstantys skysčiai, kurių tankis mažesnis negu vandens.

Natūralių esterių nepakanka įvairiems poreikiams tenkinti, todėl gana daug esterių sintetinama. Sintetiniai esteriai naudojami maisto pramonėje kaip vaisių esencijos (kaip maisto priedų jų dedama į vaisvandenius, konditerijos ir kulinarijos gaminius), vaistų (nuo širdies ir kraujagyslių ligų) gamybai. Daugelis esterių yra geri tirpikliai ir naudojami nagų lako valikliams gaminti. Kosmetikoje ir parfumerijoje esteriai yra kvepalų, odekolonų, kremų, tualetinių muilų sudedamosios dalys. Gaminiai su natūraliais esteriais yra brangesni už tuos, kurių sudėtyje yra sintetinių esterių. Esteriai taip pat naudojami kaip žaliava polimerų sintezei.

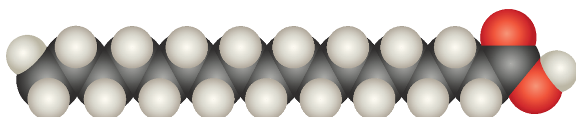
Esteriai augaliniuose ir gyvūniniuose riebaluose. Tai gana sudėtingi esteriai.

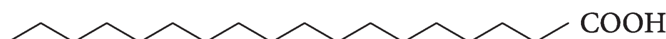
Riebalai susidaro, gliceroliui $\underset{\mathbf{OH}}{\mathbf{CH_2}}-\underset{\mathbf{OH}}{\mathbf{CH}}-\underset{\mathbf{OH}}{\mathbf{CH_2}}$ **reaguojant su karboksirūgštimis.**



Dauguma natūralių riebalų susideda iš esterių, kurie susidaro gliceroliui reaguojant su karboksirūgštimis, turinčiomis 12–18 anglies atomų. Šios rūgštys dar vadinamos **riebalų̃ rūgštimìs**. Jos gali būti sočiosios, jei C atomai grandinėje susiję tik viengubaisiais ryšiais; mononesočiosios, jei tarp C atomų yra vienas dvigubasis ryšys; polinesočiosios, jei yra du ar daugiau dvigubųjų ryšių. Įprastomis (kambario) sąlygomis riebalai būna kieti, minkšti ir skysti (aliejai). Tai priklauso nuo juos sudarančių sočiųjų ir nesočiųjų rūgščių kiekių santykio bei rūgščių anglies atomų grandinės ilgio. Kietuose riebaluose yra daugiau sočiųjų, o skystuose (aliejuose) – nesočiųjų rūgščių esterių. Iš sočiųjų rūgščių svarbiausios yra šios:

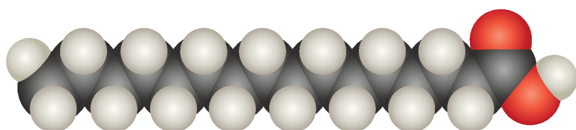
- oktadekano (**stearìno**) rūgštis $CH_3(CH_2)_{16}COOH$,

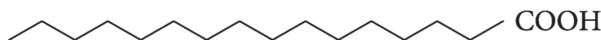




Stearino rūgšties modelis ir skeletinė formulė

- heptadekano (**margarìno**) rūgštis $CH_3(CH_2)_{15}COOH$,
- heksadekano (**palmitìno**) rūgštis $CH_3(CH_2)_{14}COOH$;

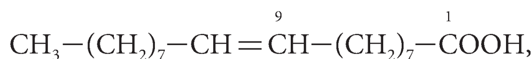




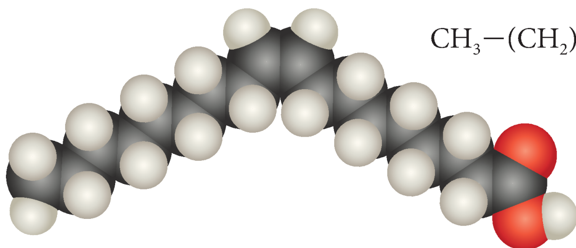
Palmitino rūgšties modelis ir skeletinė formulė

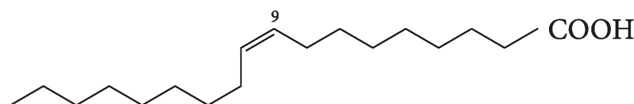
iš nesočiųjų –

- 9-oktadeceno (**oleìno**) rūgštis



$$CH_3-(CH_2)_7-CH=\overset{9}{C}H-(CH_2)_7-\overset{1}{C}OOH,$$



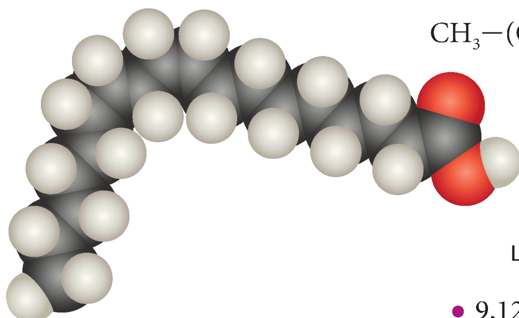


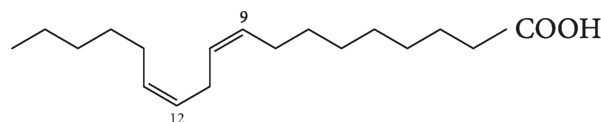
Oleino rūgšties modelis ir skeletinė formulė

- 9,12-oktadekadieno (**linòlo**) rūgštis



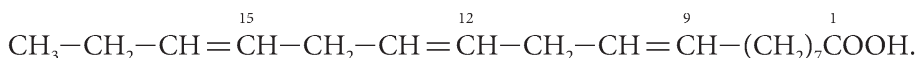
$$CH_3-(CH_2)_4-CH=\overset{12}{C}H-CH_2-CH=\overset{9}{C}H-(CH_2)_7\overset{1}{C}OOH,$$





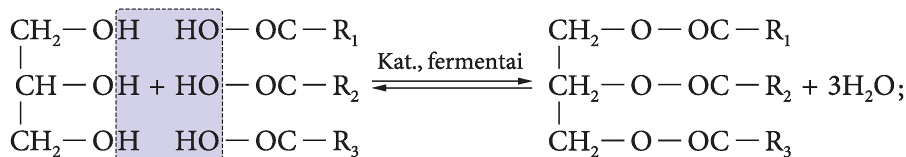
Linolo rūgšties modelis ir skeletinė formulė

- 9,12,15-oktadekatrieno (**linolèno**) rūgštis



$$CH_3-CH_2-CH=\overset{15}{C}H-CH_2-CH=\overset{12}{C}H-CH_2-CH=\overset{9}{C}H-(CH_2)_7\overset{1}{C}OOH.$$

Bendroji riebalų susidarymo reakcijos lygtis tokia:



Glicerolis Karboksirūgštys Riebalas (trigliceridas)

čia R_1, R_2, R_3 – riebalų karboksirūgščių liekanos.

Kai kurių riebalų sudėtis

Riebalai	Masės dalis, %					
	Rūgšties < C_{13} esterio	Rūgšties < C_{14} esterio	Stearino rūgšties esterio	Palmitino rūgšties esterio	Oleino rūgšties esterio	Linolo rūgšties esterio
Gyvūninės kilmės riebalai:						
Avių taukai (lajus)			30	38	35	3
Kiaulių taukai			14	27	45	5
Sviestas	13	10	11	25	34	5
Žmogaus riebalai	8	3	8	25	46	10
Augalinės kilmės riebalai:						
Saulėgrąžų aliejus			4	11	38	46
Alyvuogių aliejus			2	10	82	4
Linų sėmenų aliejus			3	5	5	62 ir 25 linoleno rūgšties esterio

Pasitikrinkite žinias

1. Vynuogėse yra dvi pagrindinės rūgštys:
vyno HOOC–CHOH–CHOH–COOH
ir obuolių HOOC–CHOH–CH_2–COOH.
a) Parašykite šių rūgščių molekulines ir nesutrumpintas struktūrines formules.
b) Kokių funkcinių grupių ir kiek jų yra kiekviename junginyje?

2. Metano rūgštis yra vidutinio stiprumo rūgštis. Pabaikite rašyti jos jonizacijos (disociacijos) vandenyje lygtį HCOOH(aq) $\rightleftarrows$ ... + ...

3. Karboksirūgšties molekulinė formulė yra $H_2C_2O_4$. Parašykite šios rūgšties nesutrumpintą struktūrinę formulę. Kur gamtoje randama tokios rūgšties?

4. Kuris iš nurodytų junginių yra karboksirūgštis?

A H_2CO_3

B $CH_3-C(=O)-CH_3$

C CH_3-CH_2-COOH

D CH_3 – CHO

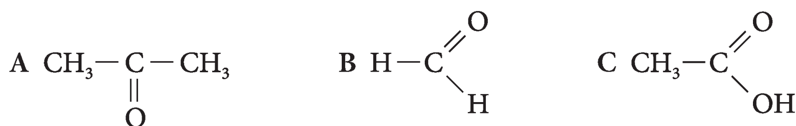
Įsiminkite sąvokas

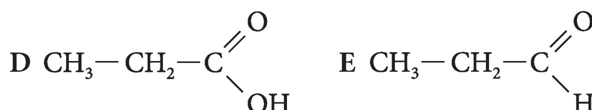
- Karboksirūgštis
- Esterinimo reakcija

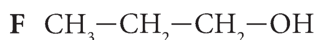
5. Pabaikite rašyti bendrąją reakcijos lygtį



a) Parašykite reaguojančiųjų medžiagų ir reakcijos produktų pavadinimus.
b) Kokiai reakcijų grupei priklauso ši reakcija?
6. Parašykite etilmetanoato gavimo reakcijos lygtį. Kaip vadinama ši reakcija?
7. Kurie iš pateiktų junginių yra homologai, kurie – izomerai?







a) Kelioms organinių junginių klasėms priskiriami šie junginiai?
b) Kokios tai organinių junginių klasės?
c) Pasakykite junginių pavadinimus.
8. Etano (acto) rūgšties molekulinė formulė yra $C_2H_4O_2$. Nurodykite šios rūgšties empirinę formulę.
9. Oksiduojant aldehidus, gaunamos karboksirūgštys. Kiek gramų metanalio reikia oksiduoti, norint gauti 230 g 60 % metano (skruzdžių) rūgšties? Reakcijos lygtis: $HCHO + Ag_2O \rightarrow HCOOH + 2Ag$.
10. Kiek gramų etiletanoato susidaro, reaguojant 120 g etano rūgšties su 143,75 g 96 % etanolio, jei esterio išeiga yra 85 %? Reakcijos lygtis: $CH_3COOH + C_2H_5OH \rightleftarrows CH_3COOC_2H_5 + H_2O$.

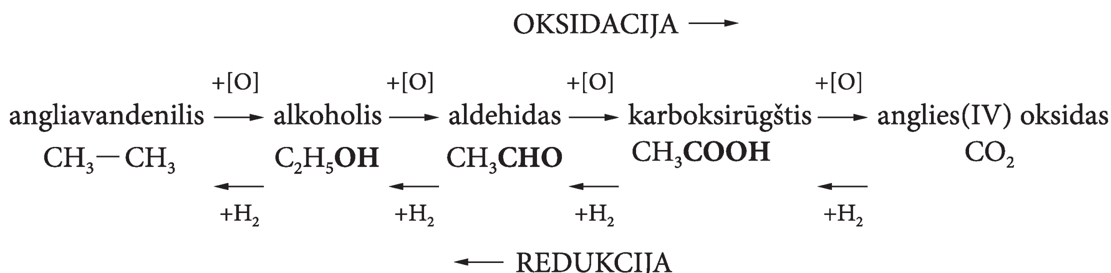
Apibendrinimas

- Deguonies turinčių organinių junginių pagrindinės klasės yra šios: 1) alkoholiai, 2) aldehidai ir ketonai (karboniliniai junginiai); 3) karboksirūgštys; 4) esteriai.
- Būdingiausias šių klasių junginių savybes lemia funkcinės grupės: —OH alkoholiuose, —CHO aldehiduose, —COOH karboksirūgštyse, —COOR esteriuose.
- Alkoholiai, aldehidai ir ketonai neturi rūgščių ir bazių savybių. Jiems tirpstant vandenyje, neatsiranda nei H^+, nei OH^- jonų.
- Karboksirūgštys yra silpnos rūgštys. Jų molekulių jonizacija vandenyje – grįžtamasis procesas.
- Esteriai yra karboksirūgščių ir alkoholių (esant katalizatoriui – stipriai rūgščiai, dažniausiai H_2SO_4) reakcijos (esterinimo) produktas. Ši reakcija grįžtamoji.

• Riebalai yra esteriai, kurie susidaro gliceroliui reaguojant su karboksirūgštimis, turinčiomis ilgą anglies atomų grandinę (dažniausiai C_{12}–C_{18}).

• Visų šių klasių junginių randama gamtoje ir gaunama sintezės būdais. Daug iš jų yra kvapiosios medžiagos, naudojamos kosmetikoje, parfumerijoje, maisto pramonėje ir kaip žaliava kitiems organiniams junginiams gauti.

• Oksiduojant bet kurį šios eilutės organinį junginį, galutinis produktas yra anglies(IV) oksidas (kitas reakcijos produktas – vanduo):



Oksidacijos ir redukcijos reakcijų metu kinta funkcinės grupės, gaunamas kitos klasės organinis junginys.



3 skyrius

Azoto turintys organiniai junginiai

Šiame skyriuje

sužinosite,

- kad azoto turi aminai, aminorūgštys, baltymai;
- kad šių junginių sudėtyje yra funkcinė aminogrupė, kuri lemia jų savybes;
- kad aminorūgščių molekulėse yra dvi funkcinės grupės: aminogrupė $-NH_2$ ir karboksigrupė $-COOH$;
- kaip iš aminorūgščių susidaro baltymai;
- koks ryšys vadinamas peptidiniu ryšiu;
- kokios savybės būdingos aminams, aminorūgštims, baltymams;
- kur jų esama gamtoje.

Išmoksite

- rašyti molekulines ir sutrumpintas struktūrines aminų formules;
- palyginti aminų ir amoniako savybes;
- junginių struktūrinėse formulėse atpažinti aminogrupę, peptidinį ryšį.

Prisiminsite

- organinių junginių molekulinių ir struktūrinių formulių rašymo principus;
- kaip pakinta indikatorių spalva šarminiuose tirpaluose, kas lemia tą pokytį.

3.1. Aminai ir aminorūgštys

Aminai

Amìnais vadinami amoniako dariniai, gauti NH_3 molekulėje vieną ar visus vandenilio atomus pakeitus alkilais.

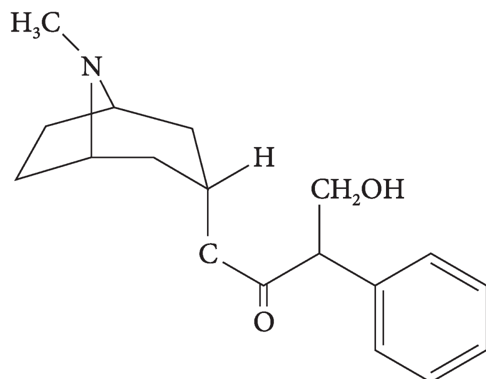
Pagal tai, kiek vandenilio atomų pakeista, aminai skirstomi į pirminius, antrinius ir tretinius.

Pirminiai aminai		Antriniai aminai		Tretinis aminas
*Metil*aminas	*Etil*aminas	*Dimetil*aminas	*Dietil*aminas	*Trimetil*aminas
CH_3NH_2	$C_2H_5NH_2$	$(CH_3)_2NH$	$(C_2H_5)_2NH$	$(CH_3)_3N$

Aminogrùpės, kurios lemia aminų chemines savybes, yra $-NH_2$, $-\underset{|}{N}H$, $-\underset{|}{N}-$.

Sutrumpintos molekulinės aminų formulės tokios: **R**NH_2, $\mathbf{R_2}NH$, $\mathbf{R_3}N$; čia **R** gali būti sočiųjų, aromatinių angliavandenilių arba kitų junginių radikalai (liekanos).

Aminai ir jų dariniai plačiai paplitę gamtoje. Pavyzdžiui, metilamino, dimetilamino, trimetilamino yra žuvų taukuose, atropino (nuodingo alkaloido) – durnaropėse ir drignėse. Atropinas stipriai veikia centrinę ir periferinę nervų sistemą. Medicinoje jis naudojamas akių vyzdžiams plėsti, širdies veiklai aktyvinti, raumenų spazmams malšinti.

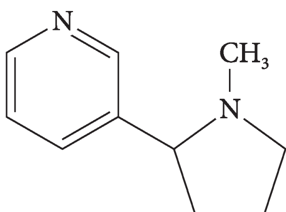


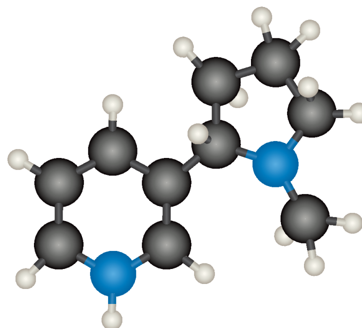
Atropino formulė


Durnaropė


Juodoji drignė

Viena iš nuodingųjų medžiagų, randamų tabake (cigaretėse), yra nikotinas:







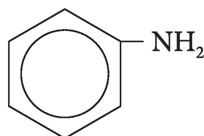

Musmirėse yra muskarino.

Mažos nikotino dozės aktyvina nervų sistemos veiklą, tačiau didesnės ją slopina, trikdo širdies plakimą, kvėpavimą, didina kraujospūdį. Net nuo menkos gryno nikotino dozės (apie 0,05 g, tiek jo apytiksliai būna 200 g tabako) žmogus gali numirti.

Muskarinas – taip pat nuodinga medžiaga. Jos yra musmirėse.

Nuodingi aminų dariniai gali susidaryti ir gendant žuvims, mėsai, sviestui.

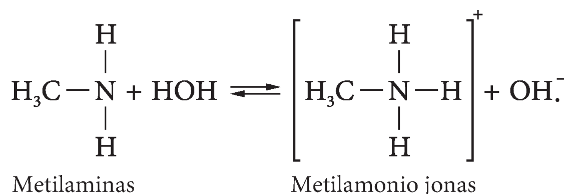
Praktikoje plačiai taikomas aromatinis aminas – anilinas



. Tai bespalvis, į aliejų panašus ir sunkesnis už vandenį skystis. Vandenyje jis netirpsta, bet tirpsta organiniuose tirpikliuose: etanolyje, benzene. Anilinas nuodingas, lengvai įsigeria į odą. Anilinas ir jo dariniai naudojami kaip žaliava dažiklių gamybai. Iš anilino sintetinami vaistai, kai kurie sprogmenys, polimerai (poliuretanai).


Anilino dažikliai

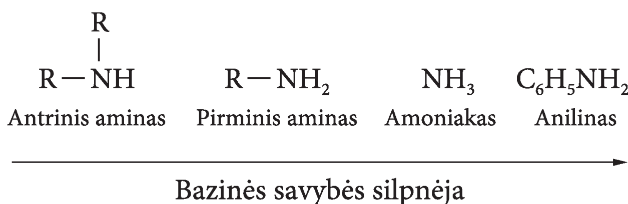
Aminai, kaip ir amoniakas, turi bazinių savybių. Jie yra silpnos bazės. Aminams tirpstant vandenyje, molekulės jonizuojasi:




Putų poliuretano (PPU) čiužinys

? *Kokia spalva nusidažys violetinis lakmuso ir baltas fenolftaleino popierėlis, įmerktas į metilamino vandeninį tirpalą? Ką rodo lygties rodyklės ⇌?*

Aminų bazinių savybių kitimo eilė tokia:



Aminorūgštys

Aminorūgštimìs vadinamos karboksirūgštys, kurių molekulėse yra viena arba dvi aminogrupės.

Vadinasi, aminorūgščių molekulės turi dvi funkcines grupes: aminogrupę **—NH_2** ir karboksigrupę **—COOH**. Pati paprasčiausia aminorūgštis yra aminoetano rūgštis **H_2N**—CH_2—**COOH**. Kitų aminorūgščių, įeinančių į baltymų sudėtį, pavyzdžių pateikiama lentelėje.

Struktūrinė formulė	Sisteminis pavadinimas	Nesisteminis pavadinimas	Pavadinimo santrumpa, kodas
H_2N-CH_2-COOH	Aminoetano rūgštis	Glicinas	Gly, G
$\overset{3}{C}H_3-\overset{2}{C}H(NH_2)-\overset{1}{C}OOH$	2-aminopropano rūgštis	Alaninas	Ala, A
$\overset{4}{C}H_3-\overset{3}{C}H(CH_3)-\overset{2}{C}H(NH_2)-\overset{1}{C}OOH$	2-amino-3-metilbutano rūgštis	Valinas	Val, V
$C_6H_5-\overset{3}{C}H_2-\overset{2}{C}H(NH_2)-\overset{1}{C}OOH$	2-amino-3-fenil*-propano rūgštis	Fenilalaninas	Phe, F

*Fenil-, C_6H_5- atomų grupė (ji gaunama iš benzeno atėmus vieną H atomą).

Gamtoje egzistuoja apie 300 aminorūgščių, iš kurių 20 pagrindinių sudaro gyvųjų organizmų baltymus. Aminorūgščių seką baltymų molekulėje lemia genetinis kodas.

Įsidėmėkite

Baltymus sudarančių aminorūgščių molekulėse funkcinė aminogrupė yra prie antrojo anglies atomo.

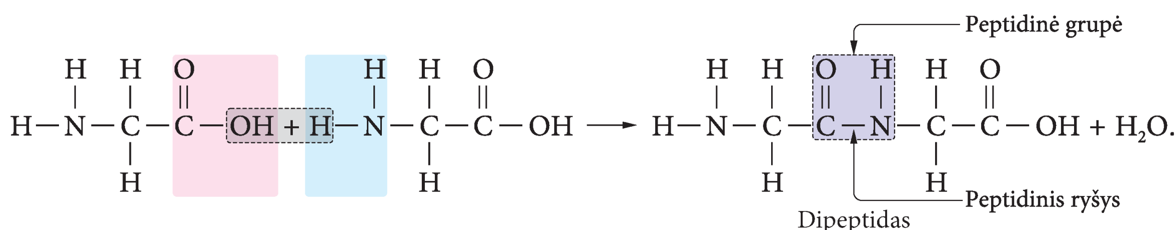
Aminorūgštys yra baltymų statybinė medžiaga. Baltymai – gamtiniai polimerai.

Kadangi aminorūgščių molekulėse yra priešingas savybes turinčių funkcinių grupių, aminorūgštys reaguoja tarpusavyje. Nuo vienos molekulės karboksigrupės $-COOH$ atskyla hidroksigrupė $-OH$, nuo kitos – vandenilio atomas $-H$. Jie sudaro vandenį. Aminorūgščių liekanos susijungia kovalentiniu ryšiu, kuris vadinamas **peptìdiniu (amìdiniu) ryšiù** (žr. toliau pateikiamą reakcijos lygtį).



Kaip susidaro baltymai?

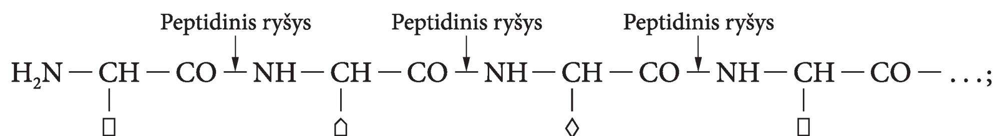
Peptidinis ryšys susidaro tarp vienos molekulės karboksigrupės anglies atomo ir kitos molekulės aminogrupės azoto atomo:



Taip aminorūgštys įvairiomis sekomis jungiasi į nevienodo ilgio grandines, sudarydamos milijonus skirtingų sudėčių ir struktūrų baltymų. Liekanų susijungimo variantų yra nepaprastai daug (galėtų būti

apie 2,4 · 10^{18}). Baltymų molinė masė yra nuo 5000 iki kelių milijonų gramų moliui.

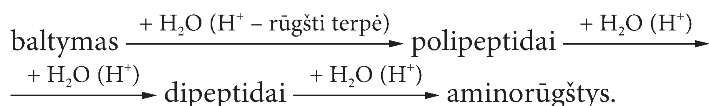
Baltymo, kaip polipeptido, molekulės struktūrą galima supaprastintai pavaizduoti tokia schema:



čia □, ⌂, ◊ – įvairios sudėties pakaitai.

Mokslininkams kyla daug problemų, norint nustatyti aminorūgščių jungimosi tvarką baltymuose ir baltymų molekulių struktūrą, todėl baltymus itin sudėtinga sintetinti laboratorijose.

Veikiant biokatalizatoriams (fermentams), žmogaus ir daugelio gyvūnų organizmuose (plonojoje žarnoje) baltymai hidrolizuojasi (žr. p. 173):



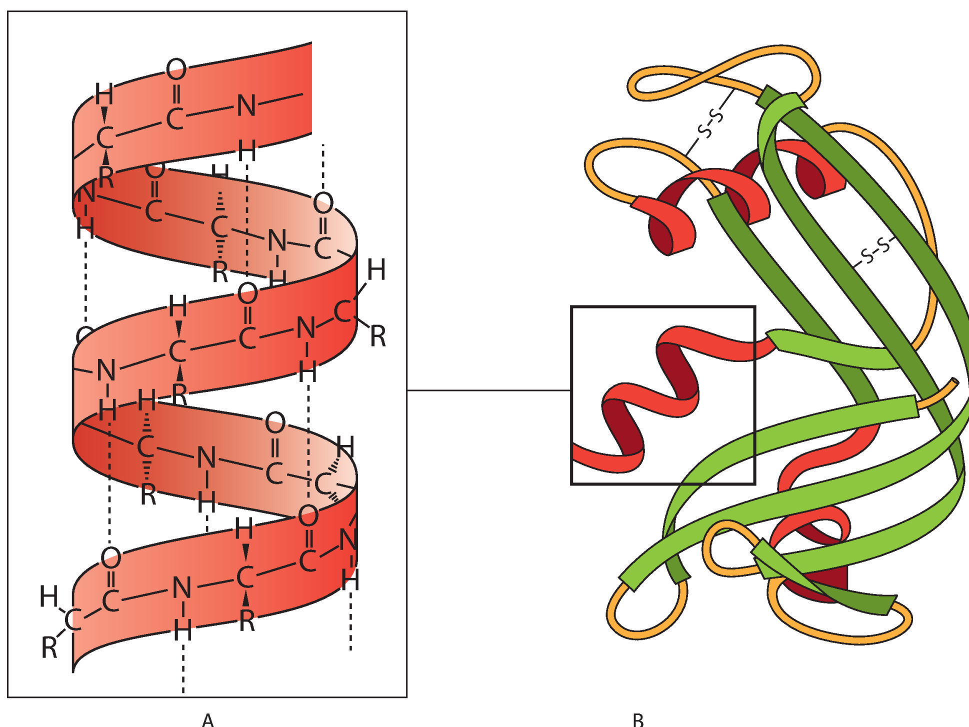
Nutrūkus peptidiniams ryšiams, susidaro aminorūgštys, iš kurių buvo sudarytas baltymas. Iš gautų rūgščių sintetinami specifiniai organizmui būtini baltymai. Taigi organizme vyksta baltymų apykaita – baltymai susidaro ir suyra. Yrant baltymams, iš pradžių susidaro aminorūgštys (žr. schemą), paskui – anglies dioksidas, amoniakas, karbamidas ir vanduo. Šių procesų metu išsiskiria tam tikras kiekis energijos, tačiau jis yra mažesnis negu yrant angliavandeniams arba riebalams.

3.2. Baltymų struktūra ir savybės

Baltymų struktūra

Baltymų struktūra yra keturių lygių:

- **pirmìnė struktūrà**, kai aminorūgštys išsidėsto polipeptidine linijine grandine;
- **antrìnė struktūrà**, kai pirminė baltymo grandinė išsidėsto erdvėje – susisuka į spiralę arba išsidėsto plonais sluoksniais, t. y. klostėmis (tai lemia papildomi vandeniliniai ryšiai tarp grupių —CO— ir —NH—);
- **tretìnė struktūrà**, kai susisukusi spiralė ir šoninės grupės (pakaitai $-CH_3$, —OH, C_6H_5— ir kt.) išsidėsto erdvėje, o dėl atsiradusių papildomų ryšių tarp funkcinių grupių spiralė susilanksto (tretinę baltymo struktūrą lemia pirminė struktūra);
- **ketvirtìnė struktūrà**, kai daugelio baltymų molekulės sąveikauja tarpusavyje ir sudaro struktūras iš dviejų, trijų ar daugiau molekulių.



Baltymo struktūros lygiai: A – antrinė struktūra, B – ketvirtinė struktūra.

1953 m. pirmąkart buvo ištirta baltymo – insulino (santykinė molekulinė masė lygi 5733) – pirminė struktūra (linijinė grandinė). Hormonas insulinas kontroliuoja gliukozės (žr. p. 189) pasisavinimą. Šiuo metu jau ištirta per 100 000 baltymų pirminė struktūra. Kiekvienas baltymas yra atsakingas už tam tikrus procesus, vykstančius organizme.

Baltymų savybės

Be abejo, esate pastebėję, kad kaitinami baltymai sukreša. Vadinasi, pakinta jų struktūra ir savybės. Tokius pačius pokyčius galima matyti paveikus kiaušinio baltymą rūgštimis, šarmais, švino, vario ir geležies druskų tirpalais (atlikite bandymus). Jie yra negrįžtami. Tiesa, nuosėdos esti skirtingų spalvų. Trumpai paveikus baltymus skiestu etanolio ar propanono (acetono) tirpalu, susidaro nuosėdos, kurios vandenyje ištirpsta. Tai grįžtamasis baltymo pokytis.

Baltymo struktūros pakitimas dėl temperatūros ir cheminių medžiagų poveikio vadinamas **denatūrãvimu**.

Denatūruojant baltymus, pakinta jų antrinė ir tretinė struktūra.

Bandymas. Į tris mėgintuvėlius įpilkite kiaušinio baltymo tirpalo. Paskui į pirmą mėgintuvėlį įlašinkite druskos arba sieros rūgšties tirpalo, antrą mėgintuvėlį pakaitinkite, o į trečią įpilkite švino ar vario(II) druskos tirpalo. Stebėkite pokyčius ir juos palyginkite.

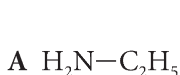
Kokius reakcijų panašumus ir skirtumus pastebėjote atlikdami bandymą?
Ar visais atvejais baltymas buvo denatūruotas?

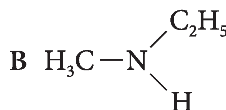
Įsiminkite sąvokas

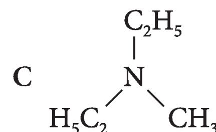
- Amìnai
- Aminorū̃gštys
- Denatūrãvimas

Pasitikrinkite žinias

1. Kokie junginiai vadinami aminais?
2. Kuris iš šių aminų yra antrinis?

A 

B 

C 

3. Kur gamtoje randama trimetilamino?
4. Kokie junginiai vadinami aminorūgštimis? Kodėl jie būtent taip vadinami?
5. Kokių funkcinių grupių yra aminorūgštyse?
6. Parašykite tripeptido (iš trijų molekulių) susidarymo iš aminoetano rūgšties H_2N-CH_2-COOH reakcijos lygtį.
7. Kodėl gamtoje yra nepaprastai daug įvairios sudėties ir struktūros baltymų?
8. Kokie baltymų kitimai vyksta mūsų organizme?
9. Kodėl sunku sintetinti baltymus?

Apibendrinimas

- Azoto turintys organiniai junginiai yra aminai, aminorūgštys, baltymai.
- Pagal alkilais pakeistų vandenilio atomų skaičių amoniako NH_3 molekulėje aminai skirstomi į pirminius, antrinius ir tretinius.
- Aminorūgštimis vadinami organiniai junginiai, kurių molekulėse yra aminogrupė ir karboksigrupė. Dėl to šie junginiai turi ir rūgštinių, ir bazinių savybių.
- Reaguodamos tarpusavyje, aminorūgštys peptidiniais ryšiais susijungia į ilgas grandines ir susidaro gamtiniai polimerai – baltymai. Vykstant baltymų hidrolizei, peptidiniai ryšiai nutrūksta ir susidaro aminorūgštys.
- Gyvųjų organizmų baltymus sudaro 20 aminorūgščių.
- Kaitinami arba veikiami stiprių rūgščių, šarmų, sunkiųjų metalų druskų, baltymai pakinta negrįžtamai – denatūruojami.

4 skyrius

Maisto medžiagos ir jų reikšmė



Šiame skyriuje

sužinosite,

- kad pagrindinės maisto medžiagos yra angliavandeniai, baltymai, riebalai, vitaminai ir mineralinės medžiagos;
- kuriuos maisto produktus reikia pasirinkti, norint aprūpinti organizmą angliavandeniais, riebalais ir baltymais;
- kokia mineralinių medžiagų, vitaminų svarba ir pagrindiniai šaltiniai;
- kodėl naudojami maisto priedai, kaip jie skirstomi;
- kuriuose augaluose kaupiasi gliukozė, sacharozė, krakmolas;
- kad krakmolas yra gamtinis polimeras;
- kodėl organizme padaugėja cholesterolio.

Išmoksite

- parašyti sacharozės hidrolizės reakcijos lygtį;
- parašyti gliukozės rūgimo (kai susidaro etanolis) reakcijos lygtį.

Prisiminsite

- sveikos mitybos pagrindus;
- alkoholių, karboksirūgščių, riebalų sudėtį;
- organinių junginių molekulinių bei struktūrinių formulių rašymo principus;
- fotosintezės reakcijos lygtį.

4.1. Maisto medžiagos

Kad būtų sveikas, žmogus turi valgyti įvairų maistą ir kartu su juo gauti įvairiausių medžiagų.

Maĩsto mẽdžiagos – tai organizmui būtinos medžiagos, kurias jis pasisavina ir naudoja gyvybiniams procesams palaikyti.

Jos yra organizmo energijos šaltinis, iš jų sintetinamos naujos medžiagos, jos reikalingos medžiagų apykaitai reguliuoti ir kt. Maisto medžiagos skirstomos į tokias pagrindines grupes:
1) angliavandenius, 2) baltymus, 3) riebalus, 4) vitaminus, 5) mineralines medžiagas.



Sveikos mitybos piramidė

Maistas turi būti subalansuotas, su pakankamu kiekiu baltymų, riebalų, angliavandenių ir kitų medžiagų, reikalingų tam tikro amžiaus, profesijos ir sveikatos žmogui. Nustatyta, kad sveiko žmogaus maiste baltymų, riebalų ir angliavandenių masių santykis turėtų būti atitinkamai 1 : 1 : 4. Pasirinkti tinkamus maisto produktus žmogui gali padėti sveikos mitybos piramidė. Produktų paskirstymą joje mitybos specialistai laikui bėgant šiek tiek pakeičia, tačiau esminiai principai išlieka tie patys. Paveiksle pavaizduota patobulinta sveikos mitybos piramidė, kurią parengė Sveikatos apsaugos ministerija (SAM). Šioje piramidėje galima įžvelgti tokius esminius dalykus:

- svarbu derinti mitybą ir fizinį aktyvumą;
- reikia gerti daug vandens (iki 1,5–2,5 l per dieną);
- apatiniame piramidės aukšte pavaizduotų produktų (grūdinių produktų, vaisių ir daržovių) reikėtų suvalgyti daugiausia (rekomenduojama kasdien apie 500 g);
- antro aukšto produktus (mėsos ir pieno produktus, aliejų, riešutus) siūloma vartoti rečiau arba saikingai kasdien;
- piramidės viršūnėje nurodyti produktai (saldainiai, cukrus, pyragaičiai, ledai, sviestas, druska), kuriuos siūloma valgyti retai ir mažais kiekiais.

Angliavandeniai

Angliavandẽniai (dar vadinami sacharìdais, karbohidrãtais) – organiniai junginiai, kurių molekulėse yra aldehido arba ketono (karbonilo) grupė ir kelios hidroksigrupės.

Įsidėmėkite

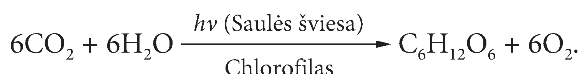
Angliavandeniais jie vadinami dėl to, kad daugumos šios klasės junginių cheminę sudėtį galima išreikšti bendrąja formule $C_n(H_2O)_n$.

Tai didelė organinių junginių klasė. Pagal struktūrą angliavandeniai skirstomi į paprastuosius angliavandenius – **monosacharidùs** (jų molekulės neskyla į mažesnes molekules), sudėtinguosius angliavandenius – **disacharidùs** (molekulė sudaryta iš dviejų monosacharidų liekanų) ir **polisacharidùs** (molekulė susideda iš daugiau negu dešimties monosacharidų liekanų).

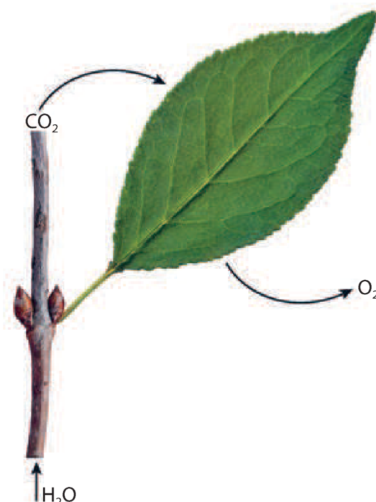
Angliavandenių grupės, molekulinės formulės, pavadinimai	Iš kokių monomerų liekanų sudaryta molekulė?	Paplitimas gamtoje
Monosacharidai		
• Gliukozė $C_6H_{12}O_6$ (vynuogių cukrus)		Uogose, saldžiuose vaisiuose, nektare, meduje
• Fruktozė $C_6H_{12}O_6$ (1,5 karto saldesnė už gliukozę)		Vaisiuose, uogose, daržovėse, meduje (apie 50 %)
• Galaktozė $C_6H_{12}O_6$		Piene
Disacharidai		
• Sacharozė $C_{12}H_{22}O_{11}$	Iš gliukozės ir fruktozės	Cukriniuose runkeliuose, cukranendrėse
• Laktozė (pieno cukrus) $C_{12}H_{22}O_{11}$	Iš gliukozės ir galaktozės	Žinduolių (išskyrus banginių) piene, nedaug – daržovėse
• Maltozė (salyklo cukrus)	Iš dviejų gliukozės molekulių	Daigintuose javų grūduose

Angliavandenių grupės, molekulinės formulės, pavadinimai	Iš kokių monomerų liekanų sudaryta molekulė?	Paplitimas gamtoje
Polisacharidai ● Krakmolas $(C_6H_{10}O_5)_n$	Iš gliukozės (polimeras)	Sėklose (kukurūzų, kviečių, ryžių iki 70 % masės), bulvėse, svogūnuose (iki 30 %)
● Celiuliozė $(C_6H_{10}O_5)_n$	Iš gliukozės (polimeras)	Medienoje (apie 70 %), augalų lapuose (apie 30 %), stiebuose ir šaknyse

Augaluose angliavandeniai, pavyzdžiui, gliukozė, susidaro vykstant fotosintezei:



$$6CO_2 + 6H_2O \xrightarrow[\text{Chlorofilas}]{h\nu \text{ (Saulės šviesa)}} C_6H_{12}O_6 + 6O_2.$$

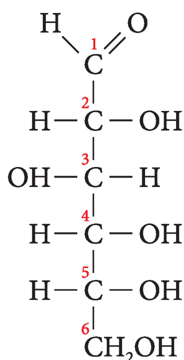


Augaluose angliavandeniai (gliukozė, krakmolas, sacharozė, celiuliozė) sudaro apie 80 % sausųjų medžiagų masės, gyvūnuose (laktozė, glikogenas) – apie 2 %. Angliavandeniai augaluose kaupiasi kaip atsarginė medžiaga (krakmolas) arba kaip struktūrinė medžiaga (celiuliozė).

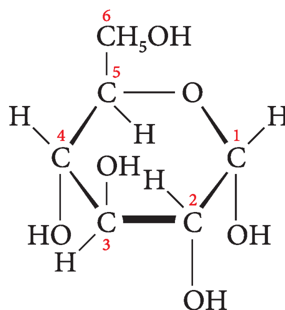
Angliavandeniai – viena svarbiausių žmogaus ir gyvūnų maisto medžiagų, pagrindinis energijos šaltinis.

Iš angliavandenių žmogus gauna apie 50–70 % reikiamos energijos. Angliavandenių randama visose augalų ir gyvūnų ląstelėse. Jie yra ląstelių sienelių atraminė medžiaga.

Daugiausia angliavandenių turi augalinis maistas. Gyvūniniame maiste (piene, kepenyse) jų palyginti nedaug. Organizmas lengviausiai pasisavina paprastesnės sudėties angliavandenius, ypač **gliukòzę**:



Atviros grandinės gliukozės molekulės struktūrinė formulė

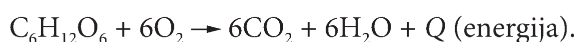


Uždaros (ciklinės) grandinės gliukozės molekulės struktūrinė formulė



Kiek ir kokių funkcinių grupių yra gliukozės molekulėje?

Gana sudėtingų biocheminių vyksmų metu organizme išsiskiria energija. Supaprastintai gliukozės oksidaciją galima užrašyti tokia lygtimi:



$$C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \rightarrow 6CO_2 + 6H_2O + Q \text{ (energija)}.$$

Įsidėmėkite

Cukrinis diabetas yra organizmo medžiagų apykaitos sutrikimas, kuriam būdingas gliukozės kiekio padidėjimas kraujuje (dažnai neteisingai sakoma „padidėjęs cukraus kiekis"). Tai atsitinka tada, kai organizmas nesintetina hormono insulino (baltymo) arba jo veikimas sutrinka ir gliukozės perteklius nesuskaidomas. Nevalgiusio sveiko žmogaus kraujuje yra apie 3,33–5,55 mmol/l gliukozės.

Gliukozės ar cukraus rekomenduojama vartoti tada, kai organizmą reikia greitai pamaitinti arba atgauti jėgas dirbant sunkų fizinį darbą. Tačiau angliavandenių negalima vartoti per daug, nes jie skatina kai kurias ligas: aterosklerozę, cukrinį diabetą (cukraligę), mažina atsparumą infekcijoms.

Medicinoje gliukozės tirpalu maitinami ligoniai, kurių organizmas nusilpęs, ypač po operacijų. Gliukozė naudojama konditerijoje (gaminant marmeladą, karamelę), farmacijos pramonėje.

Reikšminga gliukozės ir kitų angliavandenių savybė yra **rūgìmas**. Nuo jo sąlygų priklauso, kokie produktai bus gauti. Jeigu, veikiami fermentų (mielių), angliavandeniai rūgsta inde, į kurį nepatenka oro, susidaro etanolis ir anglies dioksidas (žr. p. 158). Tai – **alkohòlinis rūgìmas**. Jis taikomas gaminant spiritą, vyną, alų, glicerolį, kepant duoną ir pyrago gaminius. Jeigu indas su rauginamomis medžiagomis (pavyzdžiui, vaisių sultimis) yra neapsaugotas nuo oro deguonies, rūgimo metu, be alkoholio, susidaro daug acto rūgšties, kurią gamina acto bakterijos (jų yra vandenyje, maisto produktuose). Etanalis ir acto rūgštis susidaro gendant vaisiams, kai kuriems maisto produktams. Jeigu angliavandenių rūgimą sukelia pieno rūgšties bakterijos, susidaro pieno rūgštis (žr. p. 174). Toks rūgimas vadinamas **pienarūgščiù rūgimù**.

Sacharòzė (runkelių, cukranendrių cukrus) naudojama maisto (saldiklis, konservantas), chemijos (etanolio, butanolio, glicerolio, citrinų rūgšties gamybai), farmacijos pramonėje. Veikiama fermentų, rūgščioje terpėje sacharozė hidrolizuojasi ir virsta gliukoze bei fruktoze:

$$\underset{\text{Sacharozė}}{C_{12}H_{22}O_{11}} + H_2O \xrightarrow{H^+,\,t} \underset{\text{Gliukozė}}{C_6H_{12}O_6} + \underset{\text{Fruktozė}}{C_6H_{12}O_6}.$$

Krakmõlas yra gamtinis polimeras, sudarytas iš gliukozės molekulių liekanų $(C_6H_{10}O_5)_n$.

Krakmolo molekulės fragmentas

Valgant krakmolo turintį maistą, angliavandeniai pasisavinami daug sunkiau negu gliukozė. Kad krakmolas būtų pasisavinamas lengviau, produktai yra termiškai apdorojami (kepami, verdami). Kaitinami ar veikiami rūgščių ir fermentų, augalinės ar gyvūninės kilmės produktai hidrolizuojasi, iš krakmolo ir glikogeno

susidaro vandenyje tirpūs **dekstrìnai***. Veikiami fermentų, dekstrinai organizme toliau hidrolizuojasi, virsta gliukoze, o ją organizmas pasisavina lengvai. Krakmolo laipsnišką hidrolizę galima išreikšti tokia schema:



$$\mathbf{(C_6H_{10}O_5)_n} \rightarrow (C_6H_{10}O_5)_m \rightarrow (C_6H_{10}O_5)_x \rightarrow C_{12}H_{22}O_{11} \rightarrow \mathbf{C_6H_{12}O_6};$$

Krakmolas — Tirpus krakmolas — Dekstrinai — Maltozė — Gliukozė

M(krakmolo) < *M*(tirpaus krakmolo) < *M*(dekstrinų); čia *M* – molinė masė.

Gliukozės perteklius paverčiamas **glikogenù** (gyvūniniu krakmolu) ir kaupiasi kepenyse (6–7 %) bei raumenyse (iki 1 %). Tai atsarginė medžiaga, kurią organizmas naudoja, kai jam pritrūksta maisto. Glikogeno sandara panaši į krakmolo, tik daug šakotesnė.

Pramonėje iš dekstrinų ir gliukozės gaminami sirupai gaiviesiems gėrimams, konditerijos gaminiams.

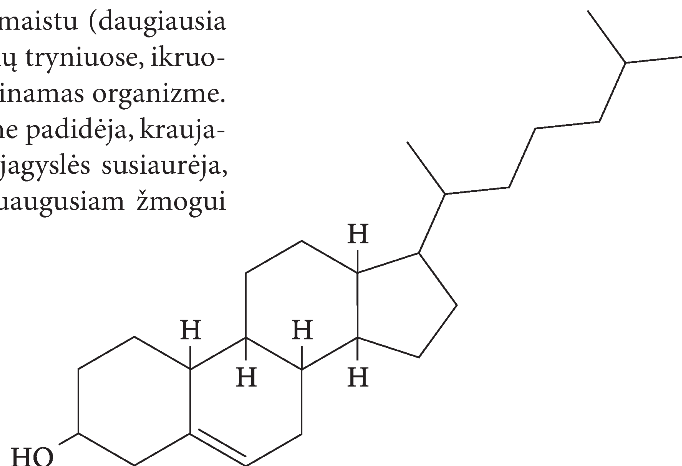
Riebalai

Riebalai – viena svarbiausių maisto medžiagų, įeinančių į visų žmogaus organizmo ląstelių sudėtį. Jie teikia energijos, padeda pasisavinti baltymus, kai kurias mineralines medžiagas, aprūpina organizmą nepakeičiamomis riebalų rūgštimis, riebaluose tirpstančiais vitaminais (A, D, E, K), pagerina maisto skonį, kvapą ir spalvą.

Riebalaĩ yra glicerolio ir riebalų rūgščių esteriai (žr. p. 176). Jie dar vadinami **gliceridais**.

Riebalų žmogus turi gauti su maistu. Gyvūniniuose riebaluose daugiau negu augaliniuose yra sočiųjų riebalų rūgščių, o aliejuose (augaliniuose riebaluose) – daugiau polinesočiųjų riebalų rūgščių, kurių organizmas pats negamina. Polinesočiųjų rūgščių stoka organizme blogina riebalų, ypač cholesterolio, apykaitą. Cholesterolis – gyvūnų audinių junginys, išoriškai panaši į riebalus medžiaga, aptinkama beveik visose žmogaus ir gyvūnų ląstelėse.

Cholesterolis į žmogaus organizmą patenka su maistu (daugiausia cholesterolio yra gyvūniniuose riebaluose, kiaušinių tryniuose, ikruose, kepenyse, inkstuose, smegenyse), taip pat sintetinamas organizme. Sutrikus cholesterolio apykaitai, jo kiekis organizme padidėja, kraujagyslėse kaupiasi riebalinės kilmės nuosėdos, kraujagyslės susiaurėja, pablogėja kraujotaka, susergama ateroskleroze. Suaugusiam žmogui rekomenduojama riebalų norma yra 1–1,5 g (apie 70 % gyvūninių ir apie 30 % augalinių) vienam kilogramui kūno masės. Vyresnio amžiaus žmonės turėtų vengti gyvūninių riebalų ir juos pakeisti augaliniais. Ypač vertingas alyvuogių aliejus.



Cholesterolio skeletinė formulė

*Dekstrinai – krakmolo ir glikogeno skilimo tarpiniai produktai, didelės molekulinės masės angliavandeniliai.

Baltymai

Baltymaĩ – stambiamolekuliai organiniai junginiai, sudaryti iš aminorūgščių liekanų, susijusių peptidiniu ryšiu (žr. p. 183).


Prisiminkite, kaip reaguoja tarpusavyje aminorūgštys.

Baltymai yra visų gyvųjų organizmų pagrindinė statybinė ir atkuriamoji ląstelių medžiaga, sudaryta iš įvairiai susijungusių 20 žinomų aminorūgščių liekanų. Žmogaus ir gyvūnų organizmas geba sintetinti 12 aminorūgščių (2 iš jų – nepakankamai), o kitų aštuonių pats pasigaminti negali, todėl turi gauti su baltymų turinčiu maistu. Virškinant maistą, baltymai suskaidomi į aminorūgštis (susidaro rūgštys, kurių organizmui tuo metu trūksta), o iš jų sintetinami nauji baltymai. Šie reguliuoja organizme vykstančias reakcijas, lemia augimą ir dauginimąsi, perneša per kraują įvairias medžiagas, saugo organizmą nuo svetimkūnių, nukraujavimo, aktyvina genus ir atlieka daug kitų funkcijų.

Baltymai – viena svarbiausių sudedamųjų maisto dalių. Suaugusiam žmogui per parą reikia ne mažiau kaip 0,8–1 g maisto baltymų vienam kilogramui kūno masės (apie pusę iš jų turi sudaryti gyvūniniai – mėsos, kiaušinių, pieno, žuvies – baltymai).

Baltymų kiekis maisto produktuose (%)

Maisto produktas	Baltymų kiekis	Maisto produktas	Baltymų kiekis
Sojos	34,9	Antiena	15,8–17,2
Sūriai	19,0–31,0	Kiauliena	14,6
Žirniai	23,0	Kiaušiniai	12,7
Pupelės	22,3	Grikių kruopos	12,6
Jautiena	18,9–20,2	Kvietiniai miltai	10,6
Vištiena	18,2–20,8	Ryžių kruopos	7,0
Aviena	16,3–20,8	Ruginiai miltai	6,9
Varškė	18,0	Bulvės	2,0
Menkė	17,5	Kopūstai	1,8

Kai maiste trūksta baltymų, sutrinka organizmo baltymų sintezė ir atsinaujinimas. Dėl to sumažėja organizmo atsparumas kvėpavimo ir virškinimo organų infekcinėms ligoms, sutrinka kraujo krešėjimas, lėčiau sveikstama. Baltymų stygius labiausiai paveikia vaikus – sulėtėja fizinis ir psichinis jų brendimas, sumažėja imunitetas alerginėms ligoms ir kt. Baltymų apykaitos sutrikimams ypač jautrūs kaulų čiulpai, kepenys, žarnos.

Vitaminai

Vitamìnai (lot. *vita* – gyvybė, gyvenimas + *aminai*) – **biologiškai aktyvūs organiniai junginiai, kurių nedidelis kiekis būtinas žmogaus ir gyvūnų organizmo visavertei gyvybinei veiklai palaikyti.**

Vitamino terminą 1912 m. pirmasis pavartojo lenkų biochemikas Kazimieras Funkas (*Funk*). Daugelis vitaminų yra sintetinami, kai kurie gaunami iš natūralių produktų (mielių, grikių, žuvų ir galvijų kepenų). Vitaminų gauname su maistu, maisto papildais. Organizmas vitaminų beveik nesintetina (vitaminai B_1, B_{12} sintetinami kepenyse, žarnyne). Daug vitaminų organizmui nereikia, bet jie yra gyvybiškai būtini, skatina daugelį svarbių biocheminių vyksmų. Vitaminų trūkumas ir perteklius gali sukelti įvairių negalavimų. Todėl vitaminus, kaip ir maisto produktus, reikia vartoti saikingai. Išnagrinėkite lentelėje pateiktą informaciją apie kai kuriuos vitaminus.

Kai kurie vitaminai ir jų svarba

Vitaminas	Vitamino svarba	Požymiai, kad vitamino trūksta	Pagrindiniai vitamino šaltiniai
A (retinolis)	Svarbus organizmui augti, regėjimo pigmentui, palaiko normalią odos ir gleivinių dengiamojo sluoksnio būklę, ląstelių veiklą	Nusilpsta regėjimas (ypač tamsoje), sausėja, pleiskanoja oda, lūžinėja nagai	Žuvų taukai, menkių kepenėlės, galvijų kepenys, sviestas, kiaušinių tryniai, pienas, grietinė, morkos, pomidorai, moliūgai ir kitos žalios daržovės, vaisiai
B_1 (tiaminas)	Dalyvauja angliavandenių, riebalų ir baltymų apykaitoje, yra fermento (reakcijos katalizatoriaus) sudedamoji dalis	Sutrinka virškinimo, nervų ir širdies bei kraujagyslių sistemų veikla, susergama beriberiu (susilpnėja galūnių raumenys, sutrinka refleksai, širdies ritmas ir kt.)	Rupi duona, javų grūdai (ypač luobelė), kepenys, inkstai, ankštinės daržovės, riešutai
B_6 (piridoksolis, piridoksinas)	Svarbus aminorūgščių apykaitai, biocheminėms reakcijoms	Nemiga, depresija, irzlumas, silpnumas, žaizdelės lūpų kampučiuose, odos opos	Žuvies, pieno, mėsos produktai, kepenys, pupos, žirniai, grikiai
B_{12} (kobalaminas)	Svarbus visų organizmo ląstelių dalijimuisi ir atsinaujinimui, nervų sistemai, reguliuoja kraujodarą, mažina cholesterolio kiekį kraujuje, vartojamas Alzheimerio ligai gydyti, atminčiai gerinti, imuninei sistemai stiprinti	Susergama piktybine anemija (ypač vyresnio amžiaus), tirpsta kojos ir rankos, užkietėja viduriai, netenkama apetito, gali atsirasti silpnaprotystė	Nedaug sintetina organizmas; kepenys, inkstai, mėsa, žuvys, kiaušiniai, pienas
C (askorbo rūgštis)	Būtinas organizmo medžiagų apykaitai, baltymų sintezei, antioksidantas	Susergama skorbutu (kraujavimas odoje, vidaus organuose, raumenyse, dantenų uždegimas), sumažėja atsparumas ligoms, jaučiamas silpnumas	Erškėtuogės, juodieji serbentai, brokoliai, citrusiniai vaisiai, kopūstai, špinatai, avietės
D (kalciferolis)	Reguliuoja kalcio ir fosforo apykaitą, skatina kaulų augimą	Vaikams deformuojasi stuburas, kaukolė, sutrinka dantų augimas, susergama rachitu; suaugusiesiems susilpnėja raumenys, suminkštėja kaulai	Sintetinamas odoje, veikiant saulės šviesai; žuvų taukai, ikrai, pieno produktai, aliejai, kiaušinių tryniai

Vitaminas	Vitamino svarba	Požymiai, kad vitamino trūksta	Pagrindiniai vitamino šaltiniai
E (tokoferolis)	Antioksidantas, reguliuoja riebalų rūgščių apykaitą, arterijų vidines sieneles saugo nuo kalkėjimo, nuo kenksmingo ultravioletinių spindulių poveikio, svarbus ląstelių membranų stabilumui palaikyti, stiprina imunitetą	Sutrinka organizmo mityba, nervų sistema, susilpnėja lytinių hormonų veikla	Aliejus, daiginti grūdai, kruopos (grikių, sojų), kiaušinio trynys, motinos pienas, mėsa, menkių kepenėlės, erškėtuogės, salotos
PP (niacinas, nikotino rūgštis, vitaminas B_5)	Svarbus audinių kvėpavimui (plečia kraujagysles, mažina cholesterolio kiekį, kraujospūdį), baltymų apykaitai, hormonų sintezei	Odos uždegimas (pelagra), raumenų ir galvos skausmas, vėmimas, viduriavimas, sutrikusi atmintis, nemiga	Rupi duona, grikiai, riešutai, pupos, žiediniai ir briuselio kopūstai, bulvės, kepenys, liesa mėsa, žuvys

Pagal tirpumą vitaminai skirstomi į tirpstančius vandenyje (B_1, B_2, B_6, B_{12}, C, PP) ir tirpstančius riebaluose (A, D, E, F, K).

Patys naudingiausi – natūralūs vitaminai. Jeigu organizmui jų trūksta, tenka vartoti sintetinius vitaminus, kurie savo struktūra ir savybėmis (biologiniu aktyvumu) prilygsta natūraliesiems.


Natūralių vitaminų šaltiniai

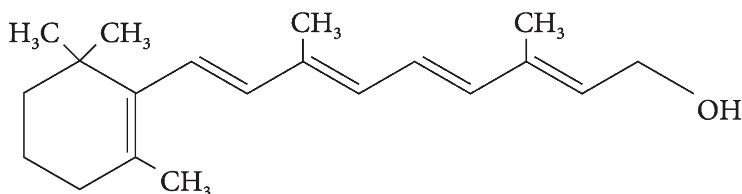

Sintetiniai vitaminai

Kuriose daržovėse ir vaisiuose yra beveik visų paminėtų vitaminų? Kuriuose produktuose randama daugiausia vitamino B_6, B_{12}?

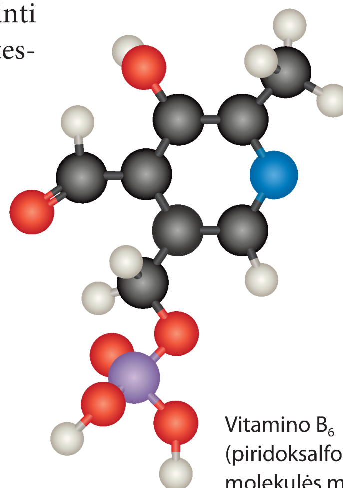
Vitaminų cheminė sudėtis, palyginti su riebalų ar baltymų, yra paprastesnė, bet vis dėlto gana sudėtinga:

Tai įdomu

Vienas Rùsijos mitybos instituto profesorius yra pasakęs: „Seniau, kai žmonės dirbo žemę, medžiojo, taigi dirbo nuo aušros iki sutemos, jie sunaudodavo 5–6 tūkstančius kilokalorijų. Dėl mokslo ir technikos pažangos dabar mums reikia 2–3 kartus mažiau kalorijų. Vadinasi, norint atgauti jėgas, nebereikia praryti avies šlaunies ar kepalo duonos. Bet juk mažiau maisto – mažiau ir vitaminų, nors mūsų organizmas turi gauti tam tikrą jų kiekį: 70–90 mg vitamino C, 1,5–2 mg vitaminų B_1, B_2, B_6 ...
Dabar mes valgome kitokį maistą – rafinuotą, kaloringą, perdirbtą, konservuotą. Tokiuose produktuose vitaminų reikia gerai paieškoti. Bet juk jie būtini medžiagų apykaitai.“



Vitamino A (retinolio) struktūrinė formulė


Vitamino B_6 (piridoksalfosfato) molekulės modelis

Mineralinės medžiagos

Kalbėdami apie mineralines medžiagas žmogaus ir gyvūnų organizme, turime galvoje visumą cheminių elementų, būtinų jo gyvybinėms funkcijoms palaikyti. Mineralinės medžiagos yra organizmo sudedamoji dalis. Jos yra jonų pavidalo arba įeina į junginių sudėtį. Pagal mineralinių medžiagų kiekį organizme cheminiai elementai skirstomi į dvi rūšis: makroelementus ir mikroelementus.

Makroelementai Ca, P, Mg, Na, Cl, K, S (jų masė reiškiama gramais ir miligramais)	Mikroelementai Cr, I, Se, F, Ni, Mn, Fe, Si, Zn, Co, Cu, Mo (jų masė reiškiama miligramais ir mikrogramais)

Organizme mineralinės medžiagos sudaro apie 4–4,5 % kūno masės. Daugiau kaip pusė jų yra kaulų, nagų, dantų, minkštųjų audinių sudėtyje, kitos – kraujuje, limfoje. Mineralinės medžiagos padeda palaikyti normalią organų veiklą. Mineralinių medžiagų, kaip ir vitaminų, gauname su maistu, maisto papildais.

Kai kurių cheminių elementų svarba ir šaltiniai

Cheminis elementas	Elemento svarba	Pagrindiniai elemento šaltiniai
Ca (99 % yra kauluose, kremzlėse, dantyse)	Svarbiausia kaulų statybinė dalis, svarbus širdies ir raumenų darbui, greitina kraujo krešėjimą, aktyvina fermentų veiklą	Pienas ir jo produktai; mažiau – mėsa, duona, kiaušiniai
P (80–85 % yra kauluose, dantyse)	Padeda stiprinti kaulus, perduoti genetinę informaciją, svarbus maisto medžiagoms pasisavinti, baltymų sintezei, fermentų veiklai, medžiagų apykaitai	Žuvis, mėsa, pienas ir jo produktai, pupelės, žirniai, riešutai
Na (apie 50 % yra organizmo skysčiuose, apie 40 % – kauluose ir kremzlėse, apie 10 % – ląstelėse)	Svarbus vandens apykaitai, palaiko rūgščių ir šarmų pusiausvyrą, reguliuoja kraujo pH	Valgomoji druska (NaCl), visi maisto produktai
Mg (apie 2/3 yra kauluose, kita dalis – ląstelėse ir skysčiuose)	Svarbus nervinių ląstelių veiklai, širdies darbui, baltymų sintezei, kaulams stiprinti	Šviežios daržovės ir vaisiai, rupi duona ir kruopos (ypač ląsteliena), riešutai
Cl (yra odoje, kauluose, skysčiuose)	Dalyvauja skrandyje susidarant druskos rūgščiai, naikina bakterijas ir mikroorganizmus, aktyvina fermentą, skaidantį krakmolą	Daugiausia – valgomoji druska, mažiau – daržovės, vaisiai, riešutai
K (apie 90 % yra ląstelėse, apie 7 % – kauluose, apie 3 % – tarpląsteliniame skystyje)	Turi įtakos fermentų aktyvumui, širdies ir raumenų darbui (kartu su natriu), padeda reguliuoti rūgščių ir šarmų pusiausvyrą, vandens apykaitą	Daržovės, vaisiai, riešutai
S (įeina į aminorūgščių, baltymų, kai kurių vitaminų sudėtį)	Svarbus baltymų, sudarančių odą, raumenis, kaulus, kremzles, plaukus, sintezei	Mėsa, pienas ir jo produktai, kiaušiniai, svogūnai, kruopos

Įsiminkite sąvokas

- Angliavandẽniai
- Riebalaĩ
- Baltymaĩ

Pasitikrinkite žinias

1. Iš kokių molekulių susidaro sacharozė (buityje vadinama cukrumi)? Parašykite junginių pavadinimus.
2. Kuri iš šių medžiagų yra gamtinis polimeras?
A Maltozė **B** Gliukozė **C** Fruktozė **D** Krakmolas
3. Kokiu reagentu atpažįstamas krakmolas (tai mokėtės neorganinės chemijos kurse)?
4. Kas atsitinka gliukozės ar sacharozės turinčioms uogoms ir vaisiams, kai jie ilgai laikomi atvirai?
5. Kodėl šeimininkėms kartais nepavyksta skaniai užraugti kopūstų ar agurkų?
6. Apskaičiuokite, kiek apytiksliai suvalgote per dieną angliavandenių, baltymų, riebalų. Ar tai atitinka rekomenduojamą normą?
7. Namų užduotis. Parenkite projektą „Vitaminai mano mityboje“. Panagrinėkite, kokių vitaminų vartojate dažniausiai, ar jų vartojate pakankamai. Pasidomėkite, kokių dar yra vitaminų, be paminėtų vadovėlyje, kuo jie svarbūs. Informacijos ieškokite interneto svetainėse, žinynuose, enciklopedijose, biologijos ir chemijos mokslo literatūroje.
8. Namų užduotis. Parenkite projektą „Mineralinės medžiagos mano gyvenime“. Atkreipkite dėmesį į savo mitybą. Pasidomėkite papildais, kuriuos vartojate jūs, jūsų šeimos nariai.

4.2. Maisto priedai

Vienos virtos dešros etiketėje tarp išvardytų sudedamųjų dalių įrašyti net 9 maisto priedai: E 120, E 250, E 300, E 316, E 407, E 412, E 450, E 451, E 621. Ar, prieš pirkdami parduotuvėje maistą, domitės, kokių priedų yra jame? Ką reiškia tokie užrašai? Kodėl maisto priedai yra vartojami? Į šiuos ir kitus klausimus jau mėginote atsakyti savarankiškai rengdami gamtamokslinius pranešimus per biologijos pamokas. Trumpai aptarkime šiuos klausimus, atkreipdami dėmesį į maisto priedų cheminę sudėtį.

Maĩsto priẽdais vadinamos natūralios ar sintetinės cheminės medžiagos, kurių dedama į maisto produktus.

Jos padeda ilgiau išsaugoti tam tikras žaliavų ir maisto produktų savybes, suteikia jiems papildomų savybių – skonį, kvapą, spalvą.

Maisto priedai skirstomi į grupes. Lentelėje nurodyti tik kai kurių maisto priedų pavyzdžiai. Absoliuti jų dauguma yra labai sudėtingi organiniai junginiai (keleto formulės įrašytos lentelėje, jų įsiminti nereikia). Rūgštingumą reguliuojančių maisto priedų sąraše daugiau neorganinių nei organinių junginių.

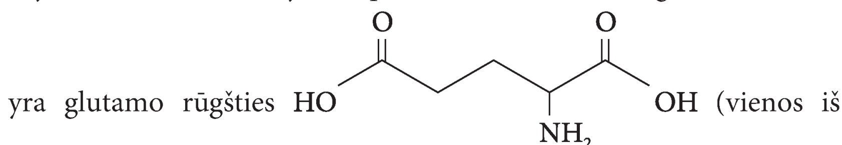
Įsidėmėkite

Maisto priedai nevartojami kaip maisto produktai ar jų sudedamosios dalys. Leidžiamų vartoti maisto priedų sąrašą (Lietuvojè maisto priedų įregistruota daugiau kaip 350, Euròpos Sájungoje – per 1000) patvirtina Lietuvõs Respublikos sveikatos apsaugos ministerija, o kiek ir į kokius maisto produktus jų galima dėti, nustato šalies higienos normos ir taisyklės.

Kai kurių maisto priedų pavyzdžiai

1. Antioksidantai E 300–349 ir konservantai E 200–299	**2. Dažikliai E 100–199**	**3. Emulsikliai, tirštikliai, stabilizatoriai E 400–499**	**4. Rūgštingumą reguliuojančios medžiagos E 500–599**
Antioksidantai stabdo oksidaciją. Svarbesni antioksidantai: • **E 300** – askorbo rūgštis (vitaminas C) ir jos natrio, kalio, kalcio druskos **E 301–303** • **E 322** – lecitinas (emulsiklis, jo yra kiaušinio trynyje) • **E 330** – citrinų rūgštis (žr. p. 169) $(HOOCCH_2)_2C(OH)COOH$ • **E 338** – fosforo rūgštis H_3PO_4 **Konservantai** sunaikina mikroorganizmus, saugo maisto produktus nuo gedimo. Svarbesni konservantai: • **E 210** benzenkarboksirūgštis C_6H_5COOH • **E 221** – natrio sulfitas Na_2SO_3 • **E 260** – etano rūgštis CH_3COOH	**Dažikliai** suteikia produktui spalvą arba paryškina natūralią. Natūralūs dažikliai: • **E 100** – kurkuminas (geltonas), gaunamas iš ciberžolės • **E 140** – chlorofilas (žalias), gaunamas iš daržovių ir vaisių • **E 162** – betaninas (raudonas), gaunamas iš burokėlių Sintetiniai dažikliai (labai ryškių spalvų): • **E 132** – indigokarminas (mėlynas) • **E 102** – tartrazinas (geltonas)	**Emulsikliai** padeda sudaryti vienalytį mišinį iš kelių nesimaišančių tarpusavyje sudedamųjų dalių. • **E 470** – riebalų rūgščių druskos (natrio, kalio, kalcio ir kt.), pavyzdžiui, $C_{17}H_{35}$–COONa • **E 487** – natrio laurilsulfatas $CH_3–(CH_2)_{11}–SO_4^-Na^+$ **Tirštikliai** padidina produkto klampumą. • **E 400** – algino rūgštis (polisacharidas), gaunama iš jūros kopūstų • **E 407** – karageninas (polisacharidas), gaunamas iš jūros kopūstų • **E 1404** – oksiduotas krakmolas (polisacharidas), gaunamas iš krakmolo	• **E 500** – natrio hidrokarbonatas $NaHCO_3$ • **E 507** – druskos rūgštis HCl • **E 528** – magnio hidroksidas $Mg(OH)_2$ **Saldikliai** pasaldina maistą. Natūralūs saldikliai: • **E 420** – sorbitas, sorbitolis, gaunamas iš gliukozės • **E 966** – laktitas, gaunamas iš pieno cukraus (laktozės) Sintetiniai saldikliai: • **E 951** – aspartamas (maždaug 200 kartų saldesnis už cukrų) • **E 954** – sacharinas (apie 500 kartų saldesnis už cukrų)

Be minėtų maisto priedų, dar yra **aromatą ir skonį stiprinančių medžiagų E 600–699**. Apie jas pakalbėkime atskirai. Maisto pramonėje dažniausiai naudojamas priedas **E 621** – natrio glutamatas. Tai



aminorūgščių) natrio druska. Glutamatai ne tik pagerina skonį, bet ir sukelia alkio jausmą. Dėl to kyla pavojus suvalgyti per daug maisto, sutrikdyti medžiagų apykaitą organizme. Šių maisto priedų yra vaikų ir jaunimo mėgstamuose bulvių traškučiuose ir kituose skanėstuose. Lietuvõs mokyklų, darželių, ligoninių ar slaugos namų valgyklose patiekalai su natrio glutamatu yra uždrausti.

Mitybos specialistai ir mokslininkai, pripažindami neišvengiamą maisto priedų vartojimą, vis dažniau ragina rinktis maistą, turintį mažiau maisto priedų, o dar geriau – be jų. Yra nuomonių, kad kai kurie maisto priedai, esantys dažniausiai vartojamuose produktuose, gali turėti neigiamą įtaką sveikatai. Jei sukaupiama pakankamai duomenų apie neigiamą maisto priedo poveikį, jis išbraukiamas iš leidžiamų vartoti maisto priedų sąrašo.

Paskaninti maistą ir apsaugoti jį nuo gedimo galima ir su natūraliais maisto priedais, kuriuos žmonija vartoja nuo žilos senovės.

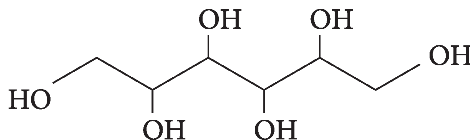
Kokių žinote maisto priedų, kuriais žmonės nuo seno skanino maistą, saugojo jį nuo gedimo?
Padiskutuokite, kodėl verta rinktis maistą su mažu kiekiu maisto priedų arba visai be jų.

Įsiminkite sąvoką

- Maĩsto prĩedai

Pasitikrinkite žinias

1. Kurių grupių maisto priedų buvo teksto pradžioje paminėtoje dešroje?
2. Parašykite šių konservantų molekulines formules: a) E 225 – kalio vandenilio sulfito; b) E 236 – metano rūgšties; c) E 264 – amonio etanoato.
3. Parašykite antioksidanto E 339 (natrio fosfato) molekulinę formulę. Apskaičiuokite: a) junginio molinę masę; b) fosforo masės dalį (procentais) junginyje.
4. Parašykite: a) glutamo rūgšties molekulėje esančių funkcinių grupių formules ir pavadinimus; b) šios rūgšties nesutrumpintą struktūrinę formulę; c) šios rūgšties molekulinę formulę.
5. Natūralaus saldiklio sorbito E 420 skeletinė formulė yra



. Parašykite šio saldiklio nesutrumpintą struktūrinę ir molekulinę formulę.
6. Namų užduotis. Pasidomėkite, kuriuose jūsų dažniausiai vartojamuose maisto produktuose yra daugiausia maisto priedų. Kurioms maisto priedų grupėms jie priklauso ir kokiomis savybėmis pasižymi? Parenkite pranešimą, padiskutuokite.

Apibendrinimas

- Maisto medžiagos – tai organizmui būtinos medžiagos, kurias jis pasisavina ir naudoja gyvybiniams procesams palaikyti. Maistas – svarbiausias energijos šaltinis.
- Pagrindinės maisto medžiagos yra angliavandeniai, riebalai baltymai, vitaminai, mineralinės medžiagos.
- Angliavandeniai – organiniai junginiai, kurių molekulėse yra aldehido arba ketono (karbonilo) grupė ir kelios hidroksigrupės. Vie-

nas svarbiausių angliavandenių – gliukozė $C_6H_{12}O_6$. Jos anglies atomų grandinė gali būti atvira arba uždara (ciklinė).

- Iš gliukozės molekulių liekanų yra sudaryti gamtiniai polimerai – krakmolas ir celiuliozė.
- Riebalai yra sudėtingi organiniai junginiai – esteriai, kurie susidaro, gliceroliui reaguojant su riebalų rūgštimis.
- Jeigu riebalų sudėtyje yra daug sočiųjų karboksirūgščių esterių, riebalai yra kieti, jeigu daug nesočiųjų karboksirūgščių esterių, – skysti.
- Baltymai yra gamtiniai polimerai, kurie susidaro, įvairioms aminorūgštims jungiantis tik tam tikram baltymui būdinga seka. Polimeras susidaro, sąveikaujat vienos amino molekulės aminogrupei ir kitos molekulės karboksigrupei. Taip baltymuose atsiranda peptidinis ryšys.
- Apskaičiuota, kad iš 1 g riebalų organizmas gauna 9 kcal energijos, iš 1 g baltymų ir 1 g angliavandenių – po 4 kcal.
- Žmogaus organizme yra mineralinių medžiagų (apie 4–4,5 % kūno masės), jos padeda palaikyti normalią organų veiklą.
- Mineralinių medžiagų ir vitaminų gaunama su maistu, maisto papildais.
- Labai svarbu vartoti šviežią, tinkamai subalansuotą maistą.



5 skyrius

Chemija buityje

Šiame skyriuje

sužinosite,

- kad buityje naudojamos cheminės priemonės pagal paskirtį skirstomos į kosmetiką, ploviklius, valiklius, dažus ir kt.;
- kokie junginiai sudaro kiekvienos grupės priemonių pagrindą;
- kokia yra buitinių cheminių priemonių paskirtis;
- kas yra polimerai ir kokių polimerų (gamtinių ir sintetinių) gausu mūsų buityje ir aplinkoje;
- kokios savybės lemia platų polimerų taikymą;
- kokie plastikai perdirbami ir kas iš jų gaminama;
- kaip gaminami dažai ir lakai;
- kad vaistai yra labai sudėtingi organiniai junginiai ir gali būti vartojami tik pagal paskirtį.

Išmoksite

- paaiškinti, kaip muilu ar kitu plovikliu pašalinami nešvarumai nuo kieto paviršiaus;
- paaiškinti, kodėl sintetiniai plovikliai geriau negu muilai putoja kietame vandenyje;
- paaiškinti, kaip iš monomerų susidaro polimerai;
- skirti daugiau dėmesio informacijai, kuri nurodoma naudojamų cheminių priemonių etiketėse ar informaciniuose lapeliuose.

Prisiminsite

- angliavandenilių, alkoholių, aldehidų, ketonų, karboksirūgščių ir esterių sudėtį, molekulines ir struktūrines šių junginių formules;
- angliavandenilių, alkoholių, karboksirūgščių ir riebalų naudojimo sritis;
- polimerizacijos reakcijų lygtis;
- kad chemines priemones reikia naudoti atsargiai ir saikingai, nes jomis gali būti teršiama aplinka.

Buityje naudojama daug įvairių cheminių medžiagų. Jos padeda greičiau išvalyti nešvarumus, pagerinti drabužių, buities reikmenų išvaizdą, dezinfekuoti patalpas ir dar daug kuo pagelbėja kasdienėje ruošoje. Buityje naudojamos priemonės grupuojamos pagal paskirtį. Jų cheminė sudėtis skiriasi. Vienos priemonės skiriamos patalpų,

drabužių, avalynės, automobilių priežiūrai, kitos – indams plauti, dar kitos – viryklėms, vonioms, tualetų kambariams valyti ir t. t. Veido ir kūno priežiūrai siūloma kosmetika.

Dabar ypač skatinama buityje naudoti kuo daugiau ekologiškų cheminių priemonių.

5.1. Kosmetika. Plovikliai ir valikliai



Kosmetika

Kosmetika

Buityje naudojamos įvairios kosmetikos (gr. *kosmetike* – puošimo menas) priemonės: kremas, pudra, plaukų, antakių ir lūpų dažai, blakstienų tušas, plaukų ir nagų lakas, plaukų želė, kvepalai, odekolonas, dezodorantas, tualetinis muilas ir kt. Jomis pridengiami arba išryškinami kai kurie veido bruožai, suminkštinama ir apsaugoma nuo sausėjimo kūno oda, prižiūrimi plaukai ir kt.

Daugelį kosmetikos priemonių žinojo ir taikė jau senovės egiptiečiai ir romėnai (daugiau kaip prieš 2000 m. iki Kr.). Šių priemonių gamybai buvo naudojami gyvūninės ir augalinės kilmės riebalai, eteriniai aliejai, vaškai, įvairūs priedai. Šiuolaikinės kosmetikos pagrindą sudaro tos pačios medžiagos. Kiekviena kosmetikos priemonė yra gana sudėtingas įvairių medžiagų mišinys, turintis nuo kelių iki keleto dešimčių sudedamųjų dalių (tikslaus medžiagų kiekio gamintojai dažniausiai nenurodo, laiko tai gamybine paslaptimi).

Iš kokių medžiagų susidaro riebalai (žr. p. 176)?
Kuo skiriasi gyvūninių ir augalinių riebalų sudėtis?



Kremai

Kremai. Kremu vadinamas kosmetinis arba gydomasis tepalas.

Svarbiausi kremų komponentai:

- gyvūniniai arba augaliniai riebalai – aliejai (dažniausiai erškėtuogių, saulėgrąžų, abrikosų kauliukų, agurklių, nakvišų, avokadų, migdolų, makadamijų ir kt.);
- emulsikliai – sintetinis glicerolis, bičių vaškas (jie tirština aliejus, padeda susidaryti emulsijai ir palaikyti pastovią kremo būseną, t. y. neleidžia mišiniui susisluoksniuoti);
- eteriniai aliejai (citrusinių vaisių, gėlių žiedų, augalų lapų) – suteikia malonų kvapą, drėkina odą, skatina naujų ląstelių augimą, saugo nuo ligas sukeliančių mikroorganizmų;
- grynas vanduo arba distiliuotas eterinis augalų vanduo (hidrolatas – gėlių vanduo);
- konservantai (augaliniai arba sintetiniai) – medžiagos, saugančios nuo gedimo.

Patepus kremu odą, riebalai į ją įsigeria, suminkština, saugo nuo raukšlių atsiradimo, neigiamo aplinkos poveikio. Kartu su riebalais oda gauna vitaminų. Bičių vaškas ir glicerolis palaiko odos drėgmę.

Įsidėmėkite

Kosmetikos priemonių galima pasigaminti ir namie (receptų yra interneto svetainėse).

Kremo, kaip ir kitų kosmetikos priemonių, kokybė labai priklauso nuo to, kiek ir kokių natūralių ir sintetinių medžiagų yra jo sudėtyje. Kokybiškesnės yra tos priemonės, kurių gamybai naudojama kuo daugiau natūralių medžiagų. Jos paprastai yra daug brangesnės už sintetines (kai kurie natūralūs komponentai gali būti daugiau nei 20 kartų brangesni už sintetinius).

Kosmetologai, chemikai ir biochemikai nuolat tiria ir tobulina kosmetinių mišinių sudėtį, siekdami jiems suteikti naujų savybių, efektyvesnį poveikį.

Kiekviena kosmetikos priemonė turi savo paskirtį, todėl prieš naudojimą būtina pasidomėti ja (jei reikia, pasikonsultuoti su kosmetologu), paskaityti informaciją ant pakuotės ar informaciniame lapelyje.

Pastaba. Jei dekoratyvinių priemonių naudojama gausiai arba makiažas nuvalomas nelabai gerai, veido oda gali išsausėti, pasidaryti dirgli, parausti akių vokai.

Kvepalai. Kvapiųjų medžiagų mišiniai, ištirpinti etanolio ir vandens mišinyje, vadinami **kvepalaĩs**. Kvapiesiems mišiniams paruošti naudojama daugiau kaip 300 natūralių ir sintetinių kvapiųjų medžiagų. Jos gaunamos iš rožių, alyvų, jazminų, pakalnučių žiedlapių, citrusinių vaisių ir prieskoninių augalų, orchidėjų eterinių aliejų, cinamono, vanilės, gvazdikėlių, vilkdalgių šaknų, muskuso bei ambros (gyvūninės kilmės) ir kt. Į kvepalus dedama daug kitų papildomų medžiagų, kurios šiek tiek pakeičia (sušvelnina arba išryškina) pagrindinį kvapą.



Kvepalai

*Kokius žinote kvapiuosius organinius junginius? Kurioms organinių junginių klasėms jie priklauso (**žr. p. 165**)?*

Aukštos kokybės kvepalams naudojamas beveik grynas etanolio tirpalas (96 %). Kvapiųjų medžiagų koncentracija jame yra didžiausia (nuo 15 % iki 30 % ir daugiau). Jų kvapas išsilaiko iki 30 valandų. Tualetiniame vandenyje (tinka naudoti rytais, per šventes) kvapiosios medžiagos sudaro 4–7 %, parfumuotame (tinka visai dienai, kvapas išlieka 4–5 valandas) – 7–12 %.

Odekolonas (pranc. *eau de Cologne* – Kelno vanduo) – kvapiųjų medžiagų (2–5 %), ištirpusių etanolio tirpale (iki 70 %), vienalytis mišinys. Jis naudojamas kaip aromatizuojanti ir higienos priemonė. Kvėpinantis reikia laikytis tam tikrų taisyklių, žinoti, kada, kuo ir kaip kvėpintis, kad pačiam ir aplinkiniams kvapai netrukdytų.

Kvapiosios medžiagos namams. Norėdami namie jausti malonų kvapą, naudojame įvairius oro gaiviklius, aromatines žvakes, kvapius muilus, lapelius. Jų sudėtyje yra kvapiųjų medžiagų – įvairių benzeno darinių, fenolių, aldehidų ir kitų medžiagų, pavojingų žmogui ir naminiams gyvūnams. Jos ypač pavojingos mažiems vaikams, alergiškiems

Tai įdomu

1709 m. Kelne buvo įkurta manufaktūra, kurioje pagaminti kvepalai. Savininkė juos pavadino miesto vardu „Kelno vanduo“. Tai seniausia pasaulyje parfumerijos gamykla. Dabar jau aštuntoji karta joje tebegamina originalų odekoloną (ir kitus parfumerijos gaminius), kurio receptas buvo ir yra paslaptis.

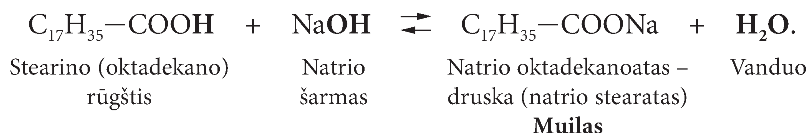
žmonėms, taip pat sergantiems lėtinėmis plaučių ligomis. Todėl, prieš įsigyjant atitinkamą priemonę, reikėtų pasidomėti jos sudėtimi ir pagalvoti, ar verta ją nešti į namus.

Muilai

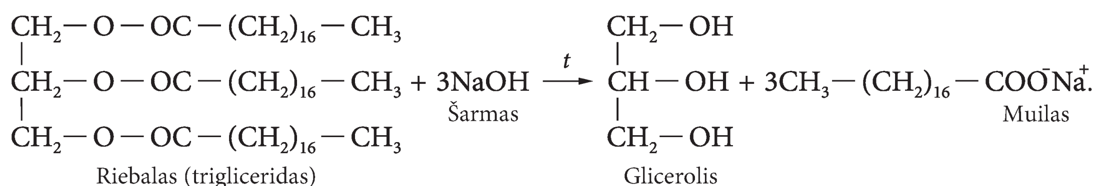
Muilaĩs vadinamos ilgą anglies grandinę (C_{12}–C_{18}) turinčių karboksirūgščių (riebalų rūgščių) druskos.

Muilų sudėtyje dažniausiai yra stearino ir palmitino rūgščių (žr. p. 176) natrio ir kalio druskų. Šios druskos susidaro reaguojant karboksirūgštims su natrio arba kalio šarmu:

Kokiai reakcijų grupei priklauso ši reakcija?



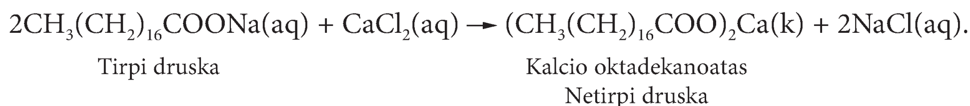
Muilai gaminami iš gyvūninių riebalų (taukų, lajaus), aliejų arba riebalų pakaitalų (sintetinių riebalų rūgščių) veikiant juos šarmais:



Tualetiniam muilui gaminti naudojami tik natūralūs gyvūniniai riebalai, kokosų aliejus ar specialiai susintetintos rūgštys. Į juos dar dedama kvėpiklių, dažiklių ir kitokių priedų. Labai geros kokybės tualetiniame muile yra apie 80 %, ūkiškame – 40–70 % riebalų rūgščių.

Muilo tirpumas priklauso nuo druskoje esančio metalo katijono: skystieji (kalio) muilai tirpsta geriau negu kietieji (natrio).

Kietame vandenyje plauti gerokai sunkiau, nes, įvykus mainų reakcijai tarp muilo ir tirpių kalcio bei magnio druskų vandenyje, susidaro netirpios riebalų rūgščių druskos:



Dėl to dalis muilo prarandama (naudojama nuosėdoms susidaryti), muilas mažiau putoja, suprastėja jo plaunamoji geba. Muilo tirpale visada yra nedaug šarmo (pH > 7), kuris skalbiant „ėda“ vilnonius ar šilkinius audinius, todėl juos geriau skalbti **sintètiniais skalbìkliais** (žr. p. 206).

Prisiminkite

Pastovųjį vandens kietumą lemia jame ištirpusios kalcio ir magnio druskos: chloridai, sulfatai.

Muilai yra **paviršinio aktyvùmo mẽdžiagos** (jų santrumpa PAM rašoma muilų, skalbiklių etiketėse). Muilo molekulė susideda iš dviejų dalių – ilgą anglies atomų grandinę turinčio angliavandenilio liekanos (alkilo) $CH_3—(CH_2)_{16}—$, kuris atstumia vandenį, bet tirpina jame netirpstančias medžiagas (aliejų ir kitus riebalus) bei nešvarumus,

ir polinės atomų grupės —COONa (arba —COOK), sąveikaujančios su vandeniu, t. y. lemiančios muilo tirpumą vandenyje:

$$H_3C-(CH_2)_7-CH_2-(CH_2)_7-CH_2-COONa.$$

Nepolinė grupė Polinė grupė

Paprasčiau muilo (PAM) molekulę galima įsivaizduoti kaip lazdelę, turinčią viename gale galvutę:

Polinė grupė – galvutė

Nepolinė grupė – ilgoji alkilo grandinė

Vandenyje PAM molekulės orientuojasi taip:

Polinė molekulės grupė —COO^-

Angliavandenilio liekana $C_{17}H_{35}$—

Vanduo

Netirpioji jų dalis išstumiama iš vandens, o tirpioji panyra į jį. Vandens paviršiuje iš PAM molekulių susidaro labai plona (apie 0,1 nm storio) „tvorelė“. Tokia molekulių orientacija ties vandens ir oro riba labai sumažina vandens paviršiaus įtemptį, dėl to plaunami daiktai greitai ir visiškai sudrėksta.

Kaip nuo audinio paviršiaus yra nuplaunami riebalai arba kiti nešvarumai?

Nešvarumas

Nešvarumų sluoksnis susmulkėja.

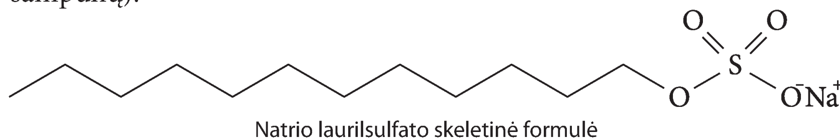
Nešvarumų dalelės iškyla iš skalbimo tirpalo.

Pamerkus audinį į tirpalą, muilo molekulių ilgoji alkilo grandinė panyra į nešvarumą (riebalų sluoksnelį). Apsuptos PAM molekulių, nešvarumų dalelės susmulkėja, atsiskiria nuo audinio paviršiaus lašelių arba labai mažų kietųjų dalelių pavidalu (susidaro emulsijos arba suspensijos), pereina į skalbimo tirpalą, iškyla į paviršių ir kartu su muilo putomis bei vandeniu pašalinamos.

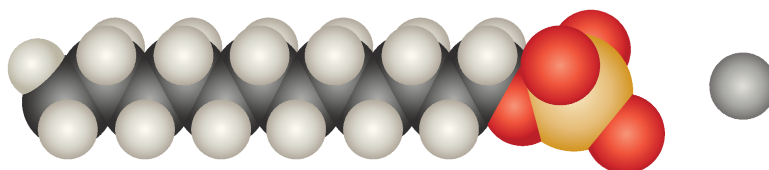
Tai įdomu

Manoma, kad muilą naudojo jau babiloniečiai, šumerai, senovės graikai ir romėnai daugiau kaip prieš 1000 m. iki Kr. Pramoniniu būdu Euròpoje muilas pradėtas gaminti XV a., o pirmosios muilo dirbtuvės Lietuvojè įkurtos XIX a. pradžioje. Sintetiniai plovikliai pradėti gaminti XX a. viduryje. Dabar Lietuvoje muilas gaminamas akcinėje bendrovėje „Naujoji Ringuva“ (Panevėžỹs), „Koslita“ (Alytùs), „Higėja“ (Kaũnas).

Šampū̃nas – specialios sudėties skystas muilas (emulsija) galvai trinkti. Svarbiausia sudedamoji jo dalis – paviršinio aktyvumo medžiaga, dažniausiai natrio laurilsulfatas* (iki 90 % visų gaminamų šampūnų).



Natrio laurilsulfato skeletinė formulė



Junginio modelis: laurilsulfato neigiamojo jono (anijono) ir natrio teigiamojo jono (katijono)

Tai įdomu

Lietuvojė per metus pagaminama 1,4 tūkst. t tualetinio muilo, 1138 t plaukų priežiūros priemonių, 1,2 tūkst. t skalbiamojo muilo (2008 m. duomenimis).

? *Naudodamiesi skeletine formule ir molekulės modeliu, parašykite natrio laurilsulfato molekulinę formulę.*

Jis pašalina nuo plaukų riebalus ir kitus nešvarumus. Be to, šampūnų sudėtyje yra gryno vandens, glicerolio, daug naudingų priedų, kurie minkština vandenį, skatina putų susidarymą, keičia tirpalo pH (pH < 7), stiprina, riebina plaukus (dažniausiai naudojamas lanolinas – avių vilnų riebalai), suteikia blizgesį ir pan. Į kai kuriuos šampūnus pridedama plaukų kondicionieriaus. Jis taip pat gerina plaukų priežiūros kokybę. Naudojant šampūnus, galvą galima trinkti bet kokio kietumo vandeniu.

Įsidėmėkite

Natrio laurilsulfatas $C_{12}H_{25}SO_4Na$ – organinis junginys, naudojamas šampūnuose, dantų ir skutimosi pastoje, buitiniuose plovikliuose ir kai kuriuose valikliuose kosmetinėms putoms sudaryti, riebalams, sukietėjusiems nešvarumams šalinti.

Plovikliai, valikliai

Plovìkliai, arba **detergeñtai** (lot. *detergens* – valantis) – sintetinių paviršinio aktyvumo medžiagų turintys mišiniai, naudojami teršalams šalinti nuo audinių, stiklo, plastikų, keramikos, metalų ir kitų kietųjų paviršių. Audinių plovikliai dar vadinami **skalbìkliais**. **Valìkliai**, kaip ir plovikliai, naudojami kietiems paviršiams valyti. Ploviklių ir valiklių sudėtyje daugiausia yra organinių ir daug mažiau – neorganinių junginių.

Mišinių sudėtis labai įvairi, priklauso nuo paskirties. Ploviklių ir kai kurių valiklių mišiniuose paviršinio aktyvumo medžiagos sudaro 5–15 %.

Skalbikliuose dar yra skalbinių ir vandens minkštiklių (vandeniui minkštinti naudojami fosfatai, pvz., natrio fosfatas Na_3PO_4, natrio karbonatas Na_2CO_3), baliklių, fermentų (jie pašalina iš audinio kraujo, prakaito, kiaušinių, padažo, kakavos dėmes), kvėpiklių.

Medvilniniams, vilnoniams, šilkiniams, lininiams ar sintetiniams audiniams skalbti rekomenduojami skirtingos sudėties plovikliai. Gaminami ir universalieji plovikliai, tinkantys visų rūšių audiniams skalbti.

*Šiai medžiagai gauti reikalingas alkoholis dodekanolis (laurilolis) išskiriamas iš kokosų arba palmių aliejaus, sintetinamas iš eteno.

Ploviklių (skalbiklių), kaip ir muilų, paviršinio aktyvumo medžiagų molekulėse angliavandenilio liekaną (vandenį atstumiančią dalį) sudaro gana ilga anglies atomų grandinė (C_8–C_{17}), pvz., $C_{12}H_{25}$—, $C_{17}H_{35}$—, ir įvairios polinės (su vandeniu sąveikaujančios) grupės: COOH, —OH, $—NH_2$, $—SO_2OH$, $—SO_4Na$. Jos lemia paviršinio aktyvumo medžiagų tirpumą vandenyje. Paviršinio aktyvumo medžiaga, kurios sutrumpinta struktūrinė formulė $CH_3—(CH_2)_{11}—SO_4^-Na^+$, yra daugelio ploviklių sudėtyje.



Kaip vadinama ši paviršinio aktyvumo medžiaga (žr. p. 205)? Kodėl vilnonių gaminių nerekomenduojama plauti skalbikliais, kurių tirpalų terpė stipriai šarminė?

 **Sintetiniai plovikliai gerai putoja ir kietame vandenyje, mat nesusidaro netirpių nuosėdų, kaip plaunant muilais.** Sintetinių ploviklių kalcio druskos tirpsta vandenyje.

Valiklių mišiniuose yra įvairių organinių rūgščių (natūralių ir sintetinių). Tokiais valikliais pašalinamos arbatinių, kavinukų nuoviros, valomi unitazai, praustuvai, vonios, keraminės plytelės. Yra specialiosios paskirties universaliųjų valiklių.

 **Bandymas.** Į dvi stiklinėles įpilkite po 5–10 ml vandens. Į vieną jų įberkite truputį susmulkinto tualetinio muilo, į kitą – tiek pat skalbiklio. Stiklinėles su medžiagomis pateliūskuokite arba tirpalus pamaišykite šaukšteliu ar mentele.

1. Stebėkite, kurioje stiklinėlėje susidarė daugiau putų; kurioje stiklinėlėje tirpalas yra drumstesnis.
2. Universaliuoju indikatoriumi patikrinkite tirpalo terpę.
3. Padiskutuokite, kodėl plaukus geriau plauti šampūnu, o ne tualetiniu muilu.
4. Pavaizduokite, kaip ploviklis pašalina riebalų likučius nuo lėkštės ar kito indo sienelės.

Plovikliai, valikliai ir aplinkos tarša

Buityje naudojame labai daug ploviklių ir valiklių: skalbiame skalbinius, valome virtuvę, vonią, plauname automobilius. Nemažai šių priemonių su nuotekomis neišvengiamai patenka į upes, gruntą, ypač jei mažesniuose miesteliuose ar gyvenvietėse nėra vandens valymo įrenginių. Neretai nusižengia vairuotojai, plaudami automobilius prie vandens telkinių, nepritaikytose aikštelėse. Neigiamas ploviklių ir valiklių atliekų poveikis gamtai išryškėja ne iš karto, o per keletą ar keliolika metų. Išdega pievelės, užželia vandens telkiniai, nyksta kai kurių rūšių augalai ir gyvūnai. Todėl turėtume stengtis buitinių cheminių medžiagų naudoti saikingai, racionaliai ir tvarkingai (reikia skaityti kiekvieno gaminio instrukciją).

Įsiminkite sąvoką

- Muilaĩ

Pasitikrinkite žinias

1. Kokiomis savybėmis panašūs muilai, šampūnai ir skalbikliai?
2. Kas lemia muilų, skalbiklių, šampūnų savybių panašumą?
3. Kokia reakcija paaiškintumėte, kaip Na_3PO_4 ir Na_2CO_3 suminkština vandenį? Parašykite po vieną bendrąją ir sutrumpintą joninę tos reakcijos lygtį.
4. Pasidomėkite, kokia yra jūsų buityje naudojamų kosmetikos priemonių, skalbiklių, ploviklių ar valiklių cheminė sudėtis.
5. Į buteliuką įpilta 200 ml kvepalų tirpalo, kurio tankis 0,92 g/cm^3. Apskaičiuokite ištirpusių kvapiųjų medžiagų masę, jei yra žinoma, kad jų masės dalis tirpale yra 15 %.
6. Namų užduotis. Pasidomėkite, kokių Lietuvojè augančių augalų sudėtyje yra medžiagų, turinčių konservuojančių savybių, kvapiųjų medžiagų. Parenkite pranešimą arba referatą (augalų rūšys, radimvietės, naudojimo buityje galimybės).
7. Projektas. Iš erškėtrožių, medetkų, melisų, čiobrelių ar kitų augalų pasigaminkite gėlių vandens (hidrolato). Pasidomėkite:
a) kokiais būdais galima pasigaminti hidratų chemijos laboratorijoje ir namuose;
b) kokių ir kokios cheminės sudėties kvapiųjų medžiagų gali būti jūsų pagamintame hidrolate;
c) kokių savybių turi kiekvienas hidrolatas ir kur rekomenduojamąjį naudoti. Savo darbo patirtimi ir gautais rezultatais pasidalykite su klasės draugais (parenkite pranešimą arba parašykite referatą).

5.2. Apdailos ir apsaugos nuo aplinkos poveikio medžiagos

Dažai ir lakai

Dažaĩ – paruoštas dažyti tirpalas, suspensija arba milteliai.

Dažų gamybai naudojamas spalvotasis junginys – dažiklis. Dažai dažniausiai gaminami kaip suspensijos. Spalvotos suspensijos ruošiamos iš neorganinių ir organinių dažiklių (pigmentų) ir plėvelę sudarančių medžiagų: aliejų (aliejiniams dažams), lakų (emaliniams dažams), polimerų vandeninių mišinių ir dervų emulsijų (emulsiniams dažams). Į mišinį dar dedama priedų: tirpiklių, kietiklių ir kt.

Tai įdomu

Dažiklių yra augaluose. Senovėje buvo dažoma ąžuolų, alksnių, juodalksnių žievių, svogūnų lukštų ir kitų augalų nuovirais. Sintetiniai dažikliai atsirado tik XIX a. viduryje.


Kam ir kodėl naudojami dažai?

Lãkai – plėvelę sudarančių medžiagų (plėvėdarių) tirpalai organiniuose tirpikliuose. Ištepus laku kietą paviršių, pavyzdžiui, nagą, per tam tikrą laiką iš lako išgaruoja tirpiklis, o ant nago susidaro plona, blizgi, tvirtai su nagu sukibusi plėvelė. Lakai dažniausiai gaminami

iš sintetinių dervų (polimerinių medžiagų), džiūstančių aliejų (sėmenų, aguonų, riešutų) ir tirpiklių. Lakų gamybai naudojami įvairūs tirpikliai: skystieji angliavandeniliai (heksanas, benzenas, toluenas (žr. p. 139), alkoholiai (metanolis, etanolis, propanolis (žr. p. 157, 158), eteriai (dietilo eteris $C_2H_5—O—C_2H_5$), esteriai (etiletanoatas, butiletanoatas, žr. p. 175), ketonai (acetonas; žr. p. 165) ir kt. Dauguma tirpiklių yra lakūs, degūs skysčiai, jų garų ir oro mišiniai sprogūs. Tirpiklių garais galima stipriai apsinuodyti, kai kurie dirgina odą. Naudojant lakus, reikia laikytis saugaus darbo taisyklių: užsimauti pirštines, kaukę, vėdinti patalpas, indus, kuriuose yra lako, laikyti sandariai uždarytus.

Lakai naudojami dažams gaminti, dirbiniams nuo aplinkos poveikio apsaugoti, tapybai, dekoratyvinei apdailai.


Aerozolių balionėliai

Aerozoliai

Daug buitinės chemijos ir higienos priemonių tiekiama aerozolinėse pakuotėse. Tai purškiamieji preparatai, laikomi sandariai uždarytuose aerozolių balionėliuose: plaukų priežiūros priemonės – lakai, standikliai; odos priežiūros priemonės – įvairūs kremai, losjonai; drabužių priežiūros preparatai – dėmių valikliai, antistatikai, standikliai; avalynės priežiūros priemonės; oro gaivikliai; baldų valymo ir poliravimo priemonės, lakai ir dažai; preparatai orkaitėms, dujų viryklėms, puodams, indams valyti; automobilių priežiūros priemonės; augalų apsaugos nuo ligų ir kenkėjų priemonės ir kt.

Jie gaunami maišant įvairiems poreikiams naudojamas chemines medžiagas ir žmogui nekenksmingas suskystintąsias dujas arba lakiuosius skysčius: angliavandenilius, anglies(IV) oksidą, azotą, freonus (žr. p. 49). Aerozolinių priemonių reikėtų vengti tais atvejais, kai šeimoje yra alergiškų ar sergančių lėtinėmis plaučių ligomis žmonių, ypač saugoti jas nuo vaikų. Aerozolinių preparatų negalima purkšti ant ugnies, būtina saugoti akis, odą.

Pasitikrinkite žinias

1. Parašykite šių lakų tirpiklių formules: a) heksano; b) benzeno; c) metanolio; d) etiletanoato; e) propanono.
2. Kodėl aerozolių mišiniams ruošti nebenaudojami freonai?
3. Kokių įspėjamųjų ženklų yra ant aerozolių balionėlių? Pavyzdžiui, ką įspėja ženklas ⚠ ?

5.3. Polimerai. Plastikai

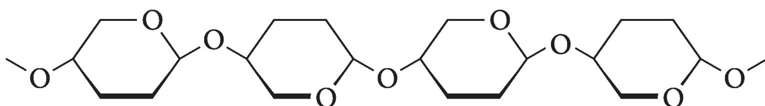
Prisiminkite, kokios medžiagos vadinamos polimerais. Kokios reakcijos vadinamos polimerizacijos reakcijomis (žr. p. 134)?

Polimèras – didelės molekulinės masės cheminis junginys, susidedantis iš daug kartų pasikartojančių vienodų arba skirtingų atomų grupių.

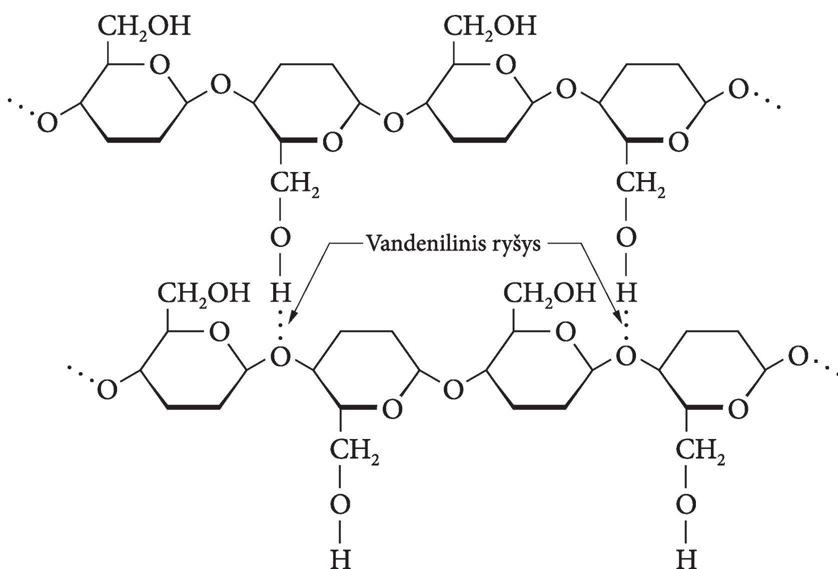
Yra žinoma labai daug polimerų. Pagal kilmę jie skirstomi į gamtinius ir sintetinius:

Gamtiniai polimerai	Sintetiniai (dirbtiniai) polimerai
Krakmolas Celiuliozė Natūralusis kaučiukas Dervos (gintaras, pušų ir eglių sakai) Baltymai Šilkas	• Plastikai: polietenas PE polipropenas PP polivinilchloridas PVC • Guma (iš kaučiuko) • Pluoštai: poliesteris PES poliamidai PAM

Gamtiniai polimerai. Gamtoje polimerus sintetina augalai ir gyvūnai. Iš biologijos kurso jau žinote, kad augalų sienelės sudarytos iš **celiuliòzės** skaidulų. Todėl, nulaužę medžio šakelę ar žolės stiebą, matome tįstančių „siūlų“ pluoštelį. Skaidulas sudaro labai ilgos linijinės struktūros celiuliozės makromolekulės.

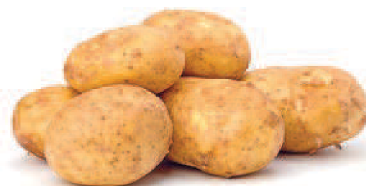


Medvilnėje, linuose, kanapėse celiuliozės makromolekulės išsidėsčiusios lygiagrečiai ir sudaro natūralų pluoštą. Iš jo gaminami siūlai, audžiami audiniai, vejamos virvės.



Celiuliozės struktūros fragmentas

Bulvės ir grūdinės kultūros sintetina **krakmõlą**. Jo, kaip ir celiuliozės, molekulės susidaro iš gliukozės molekulių liekanų, tačiau struktūra visiškai kitokia (žr. p. 190).



Bulvėse yra krakmolo.

Kaip atpažįstamas krakmolas?

Celiuliozės molekulė susidaro iš daug didesnio skaičiaus gliukozės molekulių. Abi medžiagos priklauso angliavandenių grupei (žr. p. 188), tačiau jų savybės skiriasi. Celiuliozė visiškai netirpsta vandenyje, krakmolas šiek tiek tirpsta šaltame vandenyje, o karštame sudaro kleisterį.

Krakmolas yra viena svarbiausių maisto medžiagų. Virškinimo fermentai celiuliozės neskaido, tačiau netirpios skaidulinės medžiagos (nekrakmolingi polisacharidai), tarp kurių yra celiuliozė, labai naudingos žmogaus organizmui.

Pasidomėkite, kokia yra skaidulinių medžiagų reikšmė žmogaus organizmui.



Natūralùsis šil̃kas gaunamas iš įvairių šilkverpių vikšrų kokonų gijų, kurių daugiau kaip 70 % sudaro baltymas (žr. p. 184). Greitai ir gražių raštų voratinklius rezga vorai. Tie plonyčiai siūlai, iš kurių neriamas voratinklis, susidaro iš ore greitai stingstančios baltyminės medžiagos. Ją išskiria voro pilvelyje esančios voratinklinės liaukos.

Natūralùsis kaučiùkas gaunamas iš hevėjos medžio sulčių. Pramoniniu būdu jį pradėta gaminti maždaug XIX a. viduryje, sintetinį – 1932 m. Tar̃ybų Sąjungoje. Daugiausia kaučiuko naudojama gumos gamybai.

Sintetiniai polimerai. Plastikai jau yra neatskiriama žmogaus gyvenimo dalis. Tai įvairūs maišeliai, tara, plėvelės, drabužiai, patalynė, automobilių, kompiuterių detalės, šratinukai ir t. t. Tokia gausybė daiktų iš sintetinių medžiagų žmonijos gyvenime atsirado per sąlygiškai trumpą laiką, maždaug nuo XX a. ketvirtojo penktojo dešimtmečio. Tada buvo pradėta pramoninė polieteno, polipropeno, polivinilchlorido, polistireno gamyba. Dabar šių ir kitų polimerinių medžiagų gaminiai taikomi labai plačiai. Panagrinėkite kai kurių lentelėje nurodytų polimerų naudojimo sritis.

Tai įdomu

Specialiai šilkui gaminti šilkverpių vikšrai auginami Japònijoje, Kìnijoje, Ìndijoje. Iš vieno kokono galima išvynioti iki 3 km ilgio siūlą.

Sintetinių polimerų naudojimas

Monomeras	Polimeras	Naudojimas
$CH_2=CH_2$ Etenas	$(-CH_2-CH_2-)_n$ Polietenas (polietilenas)	
$CH_2=CH$ $\quad\quad\;\;|$ $\quad\quad CH_3$ Propenas	$(-CH_2-CH-)_n$ $\quad\quad\quad\quad\;|$ $\quad\quad\quad\quad CH_3$ Polipropenas (polipropilenas)	

Monomeras	Polimeras	Naudojimas
$CH_2{=}CH(Cl)$ Chloretenas (vinilchloridas)	$(-CH_2-CH(Cl)-)_n$ Polichloretenas (polivinilchloridas)	
$CH{=}CH_2$ (su benzeno žiedu) Stirenas	$(-CH(C_6H_5)-CH_2-)_n$ Polistirenas	

Aptarkime dar kelis polimerus, kurių yra kiekvieno namuose.

Politetrafluoretènas (teflònas) $(-CF_2-CF_2-)_n$ gaunamas iš monomero $CF_2{=}CF_2$.

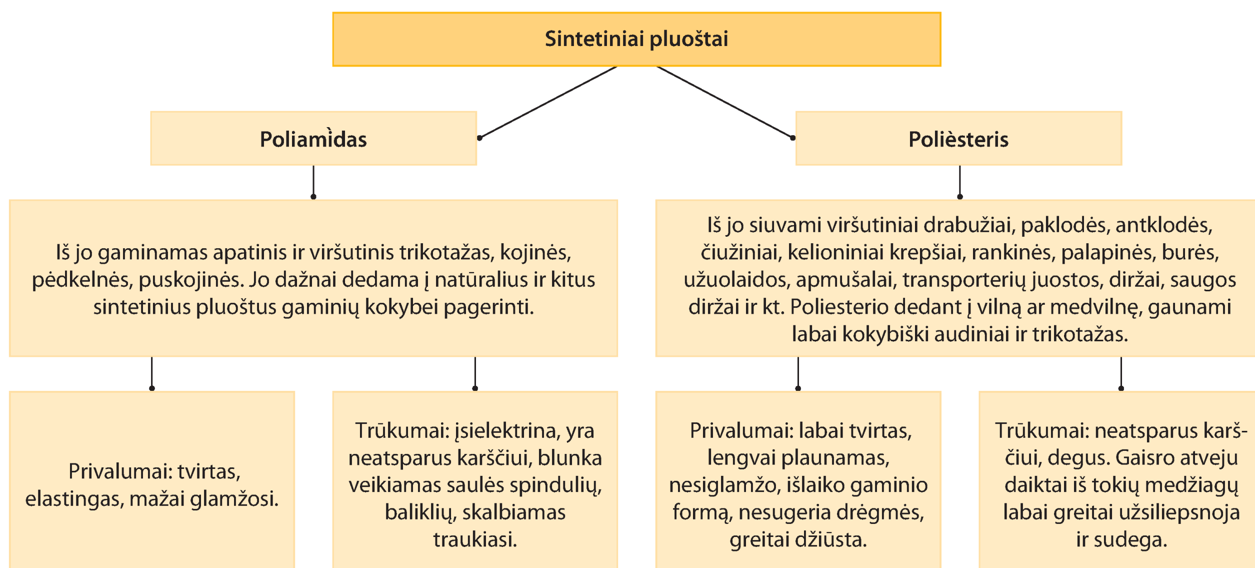

Koks šio monomero pavadinimas?

Tai gana inertiškas, nedegus polimeras. Juo dengiami virtuvės indų, įrankių, kai kurių prietaisų paviršiai, žvejybos valai. Prie tefloninio paviršiaus beveik niekas nelimpa. Gaminiai tefloniniu paviršiumi gana populiarūs, tačiau ateityje jų gamyba bus mažinama. Naujausi tyrimai rodo, kad, kaitinamas aukštoje temperatūroje, teflonas pradeda skilti. Jo garai yra nuodingi. Kadangi paprastomis sąlygomis teflonas neskyla, aplinkoje ir organizme jis gali išsilaikyti labai ilgai ir pakenkti sveikatai.

Polièsteris – labai universalus plastikas. Iš jo daromi gaiviųjų gėrimų buteliai, skaidriosios plėvelės, tekstilės pluoštas, o iš šio – audiniai. Iš poliesterio, sutvirtinto stiklo pluoštu, gaminami labai patikimi, ilgaamžiai lakštai stogų dangoms, sienų apdailai, automobilių pastogėms, pavėsinėms, terasoms ir kt.

Kokios savybės lemia tokį platų polimerų taikymą? Paminėsime keletą svarbiausių savybių, kuriomis jie pranoksta kitas medžiagas:

- polimerai yra daug lengvesni už metalus, keramiką, stiklą; pakankamai tvirti; nelaidūs elektros srovei ir šilumai (tiesa, jau yra sukurta polimerų, praleidžiančių elektros srovę);
- jie daug atsparesni aplinkos poveikiui; netirpsta vandenyje, jų neveikia rūgštys, šarmai, druskų tirpalai;
- pigesnė gamyba (pagrindinės žaliavos – nafta ir dujos); lengviau perdirbamos atliekos.



Plastikų perdirbimas. Be išvardytų gerųjų sintetinių medžiagų savybių, ilgainiui pastebimos ir kai kurios jų neigiamos pusės. Jie nesuyra ir per kelis šimtus metų. Plastikų atliekos labai teršia gamtą. Deginant atliekas, į aplinką gali išsiskirti nuodingų medžiagų, kurios susidaro iš plastikuose esančių priedų arba kaip paties plastiko degimo produktai. Pavyzdžiui, deginant polivinilchloridą, išsiskiria vandenilio chloridas.

Dažniausiai perdirbami plastikai – polietenas, polivinilchloridas, polistirenas. Iš perdirbto polieteno gaminami tie patys gaminiai kaip iki perdirbimo – plėvelės, indai, vamzdžiai ir kt., iš polivinilchlorido, poliesterio, polistireno – naujos paskirties gaminiai, kuriems keliami kiek žemesni reikalavimai. Pavyzdžiui, iš polistireno vienkartinių indų gaminama daržovių ar vaisių tara, statybinės medžiagos. Lietuvojè perdirbama per 30 % plastikinių atliekų. Perdirbimą sunkina netinkamas atliekų rūšiavimas, daug plastikų patenka į bendras komunalines atliekas.

Ką turėtume daryti, kad plastikinių daiktų, ypač pakuočių, mūsų buityje sumažėtų? Kiekvienas šalies pilietis turėtų stengtis rūšiuoti atliekas, patarti ir padėti tą daryti kitiems, jei norime išsaugoti gamtą ateinančioms kartoms.

Ateities polimerai. Mokslininkai, chemikai technologai, inžinieriai jau yra sukūrę naujų polimerų, turinčių kitokių savybių negu dauguma dabar naudojamų polimerų. Viena iš tokių savybių – elektrinis laidumas. JAV ir Japònijos mokslininkams už laidžiojo polimero polivinileno atradimą 2000 m. suteikta Nobelio premija. Šio polimero laidumas beveik prilygsta metalų laidumui. Laidieji polimerai ateityje gali būti taikomi įvairiose srityse: elektronikos prietaisų detalėms, saulės baterijų elementams gaminti, optiniuose prietaisuose. Lietuvõs chemijos instituto mokslininkų grupė, vadovaujama prof. Alberto

Malinausko, taip pat tyrinėja laidžių polimerų taikymo galimybes. Jau sukurta polimerų, iš kurių pagamintus plastikus ardo mikroorganizmai, bakterijos, kurie tirpsta vandenyje. Pradėjus plačiai naudoti tokius plastikus, nebekiltų didelių aplinkos taršos problemų. Tai ateities polimerai.

Pasitikrinkite žinias

1. Kas vadinama: a) monomerais; b) polimerais?
2. Kokių žinote gamtinių ir sintetinių polimerų?
3. Parašykite chloreteno $CH_2{=}CH$ polimerizacijos lygtį. Nurodyki-

Cl
te gauto polimero pavadinimą.
4. Iš kokių polimerų pagamintus gaminius lengviausia perdirbti? Parašykite jų monomerų formules.
5. Kodėl, gaminant trikotažo gaminius, į medvilninį arba vilnonį pluoštą įdedama sintetinių pluoštų – poliamido, elastano?
6. Kodėl naudingiau vilkėti drabužius, avėti avalynę iš natūralių, o ne iš sintetinių medžiagų?
7. Namų užduotis. Parenkite referatą arba pranešimą „Gintaras – gamtinis polimeras“. Pasidomėkite: a) iš ko susidarė gintaras; b) kokių spalvų jis randamas ir kas jas lemia; c) kokių savybių turi gintaras; d) kur daugiausia randama gintaro; e) kam jis naudojamas; f) kas yra „Gintaro kelias“. Informacijos ieškokite enciklopedijose, interneto svetainėse.

Įsiminkite sąvoką

- Polimèras

5.4. Vaistai

Kiekvienam iš jūsų ne kartą teko vartoti vienokių ar kitokių vaistų: galvos ar danties skausmui malšinti, pakilusiai temperatūrai mažinti, kosuliui slopinti ir daugeliu kitų atvejų, o galbūt vietoj jų gėrėte vaistinių augalų arbatos. Tikriausiai negalvojote, kaip tie vaistai ar žolelių nuoviras jums padėjo, svarbu, kad buvo pasiektas norimas rezultatas, pagerėjo savijauta.

Žmonija jau prieš kelis tūkstančius metų buvo sukaupusi pakankamai žinių, praktinės patirties apie tam tikrų augalų (šaknų, lapų, žiedų) gydomąsias savybes. Mokslininkai mano, kad vaistų gamyba prasidėjo senovės Kìnijoje ir Egiptè. Užveistuose soduose buvo auginami vaistiniai augalai, o iš jų gaminamos tinktūros, ekstraktai, tepalai.

Váistai – specialiai pagamintos ir vartoti tinkamos vaistinės medžiagos, kurios padeda išvengti ligų ir gydyti nuo jų.

Šiuolaikinėje medicinoje žinoma labai daug vaistų, jais išgydoma daug ligų, sustabdomi liguisti procesai. Dauguma vaistų sintetinama,

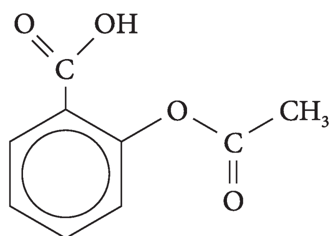
Tai įdomu

Lietuvõs miškuose, laukuose, upių ir ežerų pakrantėse auga savaime, taip pat vaistažolių bei individualiuose ūkiuose auginama per 800 vaistinių augalų, iš kurių apie 460 naudojama vaistų gamybai. UAB „Švenčionių vaistažolės“ – vienas seniausių vaistažolių perdirbimo fabrikų Pabaltijyjè ir Euròpoje. Savo veiklą jis pradėjo 1883 m. Fabriko produkcija – per 50 rūšių vaistinių augalų ir jų mišinių. Manoma, kad Lietuvojè pirmoji vaistinė įsteigta 1506 m. Vìlniuje. 1655 m. vaistinė atsirado Kėdáiniuose, 1677 m. – Klaĩpėdoje.

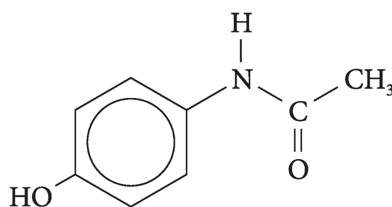
jie yra įvairaus sudėtingumo cheminių reakcijų produktai. Kai kurie vaistai gaminami ar išskiriami iš vaistinių augalų, gyvūnų organų arba audinių. Vaistų gamybai naudojamos ir kai kurios jums jau žinomos mineralinės medžiagos, pavyzdžiui, natrio chloridas, bromidas, jodidas (prisiminkite halogenidų naudojimą; žr. p. 41, 42).

Vaistai skirstomi į grupes pagal veikimo ypatumus: slopinantys skausmą, mažinantys karštį, veikiantys širdies ir kraujagyslių bei centrinę nervų sistemą ir kt. Kiekvienas vaistas veikia atitinkamą organizmo sistemą ar ligą sukeliančius procesus. Visa tai lemia vaistuose esančios veikliosios medžiagos – įvairios sudėties cheminiai junginiai. Panagrinėkime keletą pavyzdžių. Atkreipkite dėmesį į šių junginių sudėtį ir struktūrą – iš kokių cheminių elementų sudaryti dažniausiai vartojami vaistai, kokių funkcinių grupių yra jų molekulėse.

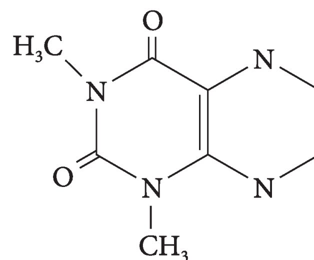
Pavyzdžiui, galvos, dantų, raumenų, sąnarių skausmui malšinti vartojamas **citramònas**. Vienoje „Citramono forte L" (gaminamo Kaunè, UAB „Liuks farmacija") tabletėje yra 240 mg acetilsalicilo rūgšties (aspirino), 300 mg paracetamolio, 27,46 mg kofeino ir papildomų medžiagų: kakavos, citrinų rūgšties, kukurūzų krakmolo ir kt. Išnagrinėkite šių sudėtingų medžiagų struktūrines formules:



Aspirino struktūrinė formulė



Paracetamolio struktūrinė formulė



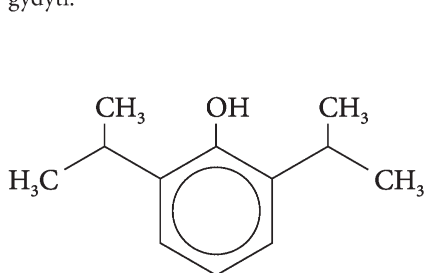
Kofeino struktūrinė formulė

Kuo panaši ir kuo skiriasi šių trijų „Citramono forte L" sudėtyje esančių junginių cheminė sudėtis?
Kokių funkcinių grupių yra a) aspirino, b) paracetamolio, c) kofeino molekulėje?

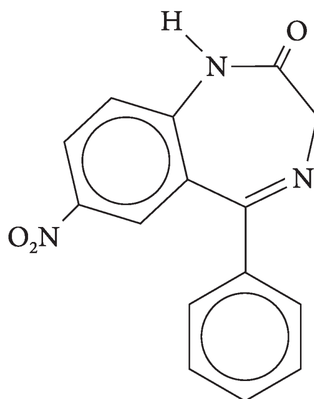
Kiekvienas šio vaisto komponentas pasižymi tam tikromis savybėmis ir gali būti vartojamas kaip atskiras vaistas. **Aspirìnas** – skausmą malšinantis ir karštį mažinantis vaistas, o didesnės jo dozės slopina uždegimą. Jis skystina kraują, todėl rekomenduojamas ir kaip profilaktinė priemonė, sauganti nuo infarkto bei insulto. Aspirinu gydomos ir kitos ligos. **Paracetamòlis** – preparatas, veikiantis panašiai kaip aspirinas – malšina skausmą, mažina karščiavimą. Jis yra daugelio vaistų nuo peršalimo ir gripo sudedamoji dalis (pavyzdžiui, „Apap"). Per didelės paracetamolio dozės kenkia kepenims. **Kofeìnas** – narkotinė medžiaga. Jis stimuliuoja kvėpavimą, medžiagų apykaitą, kraujotaką.

„Citramono forte L" tabletėje esančios papildomos medžiagos stiprina pagrindinį poveikį organizmui, žmogus greičiau sveiksta.

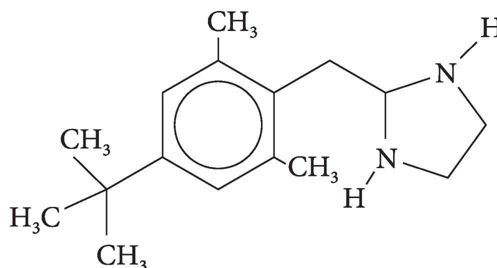
Be jau minėtų, absoliuti dauguma vaistų yra labai sudėtingi junginiai. Panagrinėkite dar keleto jų struktūrines formules: **propofolio**, naudojamo bendrajai anestezijai sukelti ir palaikyti, **nitrazepamo** – raminamojo, migdomojo preparato, **ksilometazolino** – lašų nosies ir ryklės gleivinės paburkimui mažinti, taip pat ausies uždegimui gydyti.



Propofolio struktūrinė formulė



Nitrazepamo struktūrinė formulė



Ksilometazolino struktūrinė formulė

Vaistų gamyba nuolat plėtojama. Ieškoma naujų junginių, kurių veikimas būtų efektyvesnis, o šalutinis poveikis – mažesnis. Tai labai svarbus, atsakingas ir gana sudėtingas bendras chemikų, biochemikų, farmacinės chemijos ir medicinos specialistų darbas. Atliekama daug tyrimų, kol tam tikras vaistas pripažįstamas tinkamu vartoti. Būtina žinoti, kad vaistais negalima piktnaudžiauti. Juos reikia vartoti taip, kaip nurodo gydytojas arba kaip parašyta vaistų informaciniuose lapeliuose. Per didelė dozė ar netinkamas vaistas gali apnuodyti organizmą.

Įsiminkite sąvoką

- Vaistai

Pasitikrinkite žinias

1. Kas vadinama vaistais?
2. Iš kokių cheminių elementų dažniausiai yra sudarytos vaistų molekulės? Išvardykite juos ir parašykite cheminius ženklus.
3. Naudodamiesi vadovėlyje pateiktomis sutrumpintomis struktūrinėmis vaistų formulėmis, atlikite šias užduotis:
a) parašykite nesutrumpintas aspirino, paracetamolio ir kofeino struktūrines formules;
b) parašykite aspirino, paracetamolio ir kofeino molekulines formules;
c) apskaičiuokite užduoties a) ir b) atvejais išvardytų medžiagų molines mases;
d) apskaičiuokite anglies masės dalį (%) aspirino molekulėje ir deguonies masės dalį (%) paracetamolio molekulėje.
4. Namų užduotis. Parenkite projektą „Svarbesni vaistiniai augalai ir jų vartojimas“. Atkreipkite dėmesį į svarbiausių veikliųjų medžiagų cheminę sudėtį. Informacijos ieškokite enciklopedijose, žinynuose, interneto svetainėse.

Priedai

Uždavinių sprendimo pavyzdžiai

Reakcijos produkto kiekio arba masės apskaičiavimas, kai vienos pradinės medžiagos yra perteklius

Pavyzdys. 14 g kalcio oksido užpilta tirpalu, kuriame yra 29,4 g sieros rūgšties. Apskaičiuokite susidariusios druskos masę. Kurios medžiagos yra perteklius?

Duota: $m(CaO) = 14$ g,

$m(H_2SO_4) = 29{,}4$ g.

Reikia rasti $m(CaSO_4)$.

Sprendimas

1. Apskaičiuojame reaguojančiųjų medžiagų kiekį:

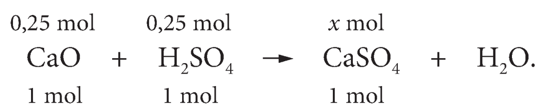
$M(CaO) = 56$ g/mol;

$$n(CaO) = \frac{14\ \cancel{g}}{56\ \cancel{g}/mol} = 0{,}25\ mol.$$

$M(H_2SO_4) = 98$ g/mol;

$$n(H_2SO_4) = \frac{29{,}4\ \cancel{g}}{98\ \cancel{g}/mol} = 0{,}30\ mol.$$

2. Parašome reakcijos lygtį ir išsiaiškiname, kuri pradinė medžiaga sureagavo visa ir kurios liko perteklius.



Iš reakcijos lygties matome:

1 mol CaO visiškai sureaguoja su 1 mol H_2SO_4;

kad sureaguotų 0,25 mol CaO, reikia 0,25 mol H_2SO_4.

Tačiau tirpale sieros rūgšties yra 0,30 mol, vadinasi, jos 0,05 mol (0,30 – 0,25 = 0,05) nesureagavo.

H_2SO_4 yra perteklius.

3. Apskaičiuojame susidariusio kalcio sulfato masę pagal kalcio oksidą, t. y. pagal tą medžiagą, kuri sureagavo visa.

Iš lygties matome, kad, sureagavus 0,25 mol CaO, susidaro 0,25 mol $CaSO_4$, todėl

$$x = \frac{0{,}25\ mol \cdot 1\ \cancel{mol}}{1\ \cancel{mol}} = 0{,}25\ mol\ (CaSO_4);$$

$M(CaSO_4) = 136$ g/mol;

$m(CaSO_4) = 136\ g/\cancel{mol} \cdot 0{,}25\ \cancel{mol} = 34$ g.

Atsakymas. $m(CaSO_4) = 34$ g.

Medžiagos perteklių galima apskaičiuoti ir kitais būdais, pavyzdžiui, lyginant reaguojančiųjų medžiagų masių santykius.

Reakcijos produkto kiekio, tūrio arba masės apskaičiavimas, kai pradinė medžiaga (žaliava) turi priemaišų

Pavyzdys. Sieros(IV) oksidas gaunamas deginant sierą (rūdą), kurioje yra 14 % priemaišų. Apskaičiuokite, kokį tūrį sieros(IV) oksido (n. s.) galima gauti sudeginant 700 g sieros rūdos.

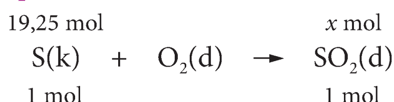
Duota: m(grynos S + priemaišos) = 700 g,

w(grynos S) = 100 % − 14 % = 86 %, arba 0,86,

V_m = 22,4 l/mol.

Reikia rasti $V(SO_2)$.

Sprendimas



1. Apskaičiuojame grynos sieros masę ir kiekį:

m(grynos S) = 700 g · 0,86 = 602 g;

M(S) = 32 g/mol;

$n(S) = \frac{602\ \text{g}}{32\ \text{g/mol}} = 19{,}25$ mol.

2. Apskaičiuojame susidariusio sieros(IV) oksido tūrį.

Iš reakcijos lygties matome:

iš 1 mol S susidaro 1 mol SO_2,

iš 19,25 mol S – x mol SO_2;

$x(SO_2)$ = 19,25 mol.

$V(SO_2)$ = 19,25 mol · 22,4 l/mol = 431,2 l.

Atsakymas. $V(SO_2)$ = 431,2 l.

Reakcijos produkto išeigos apskaičiavimas

1 pavyzdys. Sintezės kolonoje 67,2 l azoto N_2 sureagavo su vandeniliu H_2. Reakcijos metu susidarė 40,3 l amoniako NH_3. Apskaičiuokite amoniako išeigą.

Duota: $V(N_2)$ = 67,2 l,

$V_{prakt}(NH_3)$ = 40,3 l.

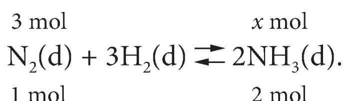
Reikia rasti η.

Sprendimas

1. Azoto kiekį apskaičiuojame pagal formulę $n = \frac{V}{V_m}$:

$n(N_2) = \frac{67{,}2\ \text{l}}{22{,}4\ \text{l/mol}} = 3$ mol.

2. Amoniako tūrį (teorinį) apskaičiuojame pagal reakcijos lygtį



Iš reakcijos lygties matyti, kad, sureagavus:

1 mol N_2, susidaro 2 mol NH_3;

3 mol N_2, susidaro x mol NH_3.

$x(NH_3) = \frac{2\text{ mol} \cdot 3\text{ mol}}{1\text{ mol}} = 6\text{ mol.}$

$V(NH_3) = 6\text{ mol} \cdot 22{,}4\text{ l/mol} = 134{,}4\text{ l.}$

3. Apskaičiuojame amoniako išeigą:

$\eta = \frac{V_{prakt}}{V_{teor}} \cdot 100\ \% = \frac{40{,}32\text{ l}}{134{,}4\text{ l}} \cdot 100\ \% = 30\ \%.$

Atsakymas. $\eta(NH_3) = 30\ \%$.

2 pavyzdys. Azoto ir vandenilio mišinį leidžiant pro katalizatorių, gauta 60,0 l amoniako. Reakcijos produkto išeiga 50 %. Apskaičiuokite, koks tūris azoto ir vandenilio dujų (n. s.) sureagavo.

Duota: $V_{prakt}(NH_3) = 60{,}0$ l,

$V_m = 22{,}4$ l/mol,

$\eta = 50\ \%$.

Reikia rasti $V(N_2)$; $V(H_2)$.

Sprendimas

1. Apskaičiuojame amoniako tūrį, jeigu išeiga būtų 100 % (tai teorinė išeiga):

60,0 l amoniako NH_3 sudaro 50 %,

x l – 100 %;

$x = \frac{60{,}0\text{ l} \cdot 100\ \%}{50\ \%} = 120\text{ l.}$

2. Apskaičiuojame teoriškai gauto amoniako kiekį:

$n(NH_3) = \frac{120{,}0\text{ l}}{22{,}4\text{ l/mol}} = 5{,}4\text{ mol.}$

3. Apskaičiuojame azoto dujų tūrį pagal reakcijos lygtį

$\overset{y\text{ mol}}{\underset{1\text{ mol}}{N_2(d)}} + \overset{x\text{ mol}}{\underset{3\text{ mol}}{3H_2(d)}} \rightleftarrows \overset{5{,}4\text{ mol}}{\underset{2\text{ mol}}{2NH_3(d)}}.$



Iš reakcijos lygties matome, kad, sureagavus:

1 mol N_2, susidaro 2 mol NH_3;

y mol N_2, susidaro 5,4 mol NH_3.

$y = n(N_2) = \frac{54\text{ mol} \cdot 1\text{ mol}}{2\text{ mol}} = 2{,}7\text{ mol.}$

$V(N_2) = 2{,}7\text{ mol} \cdot 22{,}4\text{ l/mol} = 60{,}48\text{ l.}$

4. Apskaičiuojame vandenilio dujų tūrį.

Iš reakcijos lygties matome, kad, sureagavus:

3 mol H_2, susidaro 2 mol NH_3;

x mol H_2, susidaro 5,4 mol NH_3.

$x = n(H_2) = \dfrac{54 \text{ mol} \cdot 3 \cancel{\text{mol}}}{2 \cancel{\text{mol}}} = 8{,}1$ mol.

$V(H_2) = 8{,}1 \cancel{\text{mol}} \cdot 22{,}4 \text{ l}/\cancel{\text{mol}} = 181{,}4$ l.

Atsakymas. $V(N_2) = 60{,}48$ l, $V(H_2) = 181{,}4$ l.

Junginio molekulinės formulės nustatymas

Pavyzdys. Angliavandenilio, kurio santykinis tankis oro atžvilgiu 1,034, molekulėje anglies masė sudaro 80 %, vandenilio – 20 %. Parašykite angliavandenilio molekulinę bei nesutrumpintą struktūrinę formulę ir pavadinimą.

Sprendimas

I būdas

Iš aštuntos klasės chemijos kurso prisiminkite formulę, kurią taikėte junginį sudarančių elementų masės daliai skaičiuoti:

$w(\text{elemento}) = \dfrac{m(\text{elemento})}{m(\text{junginio})} \cdot 100$ %, arba

$w(\text{elemento}) = \dfrac{i(\text{elemento}) \cdot A_r(\text{elemento})}{M_r(\text{junginio})} \cdot 100$ %;

čia i – elemento indeksas (atomų skaičius), A_r – elemento santykinė atominė masė.

1. Angliavandenilio molinę arba santykinę molekulinę masę apskaičiuojame pagal formulę

$M(\text{angliavandenilio}) = D_{\text{oro atžvilgiu}} \cdot 29$ g/mol,

arba $M_r(C_xH_y) = D_{\text{oro atžvilgiu}} \cdot 29$.

Gauname:

$M(\text{angliavandenilio}) = 1{,}0345 \cdot 29$ g/mol $= 30$ g/mol,

arba $M_r(C_xH_y) = 30$.

2. Apskaičiuojame angliavandenilio vieno molio masę:

$m(\text{junginio}) = 1 \cancel{\text{mol}} \cdot 30 \text{ g}/\cancel{\text{mol}} = 30$ g.

3. Apskaičiuojame kiekvieno junginį sudarančio elemento masę arba indeksą (atomų skaičių):

$m(C) = \dfrac{w(\text{elemento}) \cdot m(\text{junginio})}{100\ \%}$ arba $i(C) = \dfrac{w(\text{elemento}) \cdot M_r(\text{junginio})}{A_r(\text{elemento}) \cdot 100\ \%}$;

$m(C) = \dfrac{80\ \% \cdot 30 \text{ g}}{100\ \%}$, $m(H) = \dfrac{20\ \% \cdot 30 \text{ g}}{100\ \%}$ arba $i(C) = \dfrac{80\ \% \cdot 30}{12 \cdot 100\ \%}$, $i(H) = \dfrac{20\ \% \cdot 30}{1 \cdot 100\ \%}$;

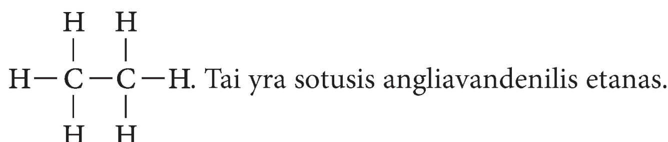
$m(C) = 24$ g, $m(H) = 6$ g; $i(C) = 2$, $i(H) = 6$.

4. Sužinome anglies ir vandenilio atomų kiekį:

$$n(\mathrm{C}) = \frac{24\ \cancel{\mathrm{g}}}{12\ \cancel{\mathrm{g}}/\mathrm{mol}} = 2\ \mathrm{mol\ ir}\ n(\mathrm{H}) = \frac{6\ \cancel{\mathrm{g}}}{1\ \cancel{\mathrm{g}}/\mathrm{mol}} = 6\ \mathrm{mol}.$$

Išvada. Angliavandenilio molekulėje yra 2 anglies ir 6 vandenilio atomai, arba 1 molyje šio angliavandenilio yra 2 moliai anglies ir 6 moliai vandenilio atomų (atomų santykis 2 : 6).

Atsakymas. Angliavandenilio molekulinė formulė C_2H_6, nesutrumpinta struktūrinė formulė



$H_3C–CH_3$ pavaizduota nesutrumpinta: Tai yra sotusis angliavandenilis etanas.

II būdas

1. Imame 100 g (100 %) angliavandenilio. Apskaičiuojame anglies ir vandenilio masę 100 g junginio:

80 % anglies → 80 g anglies (100 g junginio)
/
Angliavandenilyje
\
20 % vandenilio → 20 g vandenilio (100 g junginio)

2. Apskaičiuojame anglies ir vandenilio atomų kiekių santykį (šis santykis atitinka elementų atomų santykį molekulėje):

$$n(\mathrm{C}) : n(\mathrm{H}) = \frac{80\ \cancel{\mathrm{g}}}{12\ \cancel{\mathrm{g}}/\mathrm{mol}} : \frac{20\ \cancel{\mathrm{g}}}{1\ \cancel{\mathrm{g}}/\mathrm{mol}} = 6{,}67\ \mathrm{mol} : 20\ \mathrm{mol}.$$

3. Gautą atomų kiekių santykį paverčiame sveikųjų skaičių santykiu – elementų kiekius dalijame iš mažiausio skaičiaus, t. y. iš 6,67:

$n(\mathrm{C}) : n(\mathrm{H}) = 1\ \mathrm{mol} : 3\ \mathrm{mol}$.

Vadinasi, junginyje mažiausias elementų atomų kiekių santykis yra 1 : 3.

Išvada. Angliavandenilio empirinė formulė yra CH_3. Norėdami parašyti junginio molekulinę formulę, turime apskaičiuoti jo santykinę molekulinę arba molinę masę pagal $D_{\text{oro atžvilgiu}}$ ir palyginti ją su CH_3 moline mase.

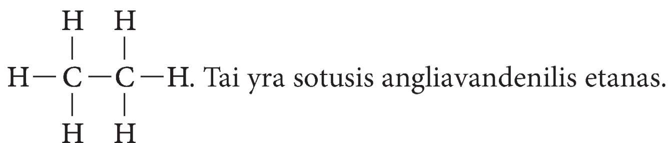
4. Apskaičiuojame angliavandenilio molinę masę pagal $D_{\text{oro atžvilgiu}}$:

$M(\text{angliavandenilio}) = D_{\text{oro atžvilgiu}} \cdot 29\ \mathrm{g/mol}$;

$M(\text{angliavandenilio}) = 1{,}0345 \cdot 29\ \mathrm{g/mol} = 30\ \mathrm{g/mol}$.

5. Palyginame M(angliavandenilio) ir $M(CH_3)$: 30 g/mol ir 15 g/mol. Matome, kad angliavandenilio molinė masė yra dukart didesnė už CH_3 molinę masę, todėl kiekvieno elemento atomų skaičių dvigubiname.

Atsakymas. Angliavandenilio molekulinė formulė C_2H_6, nesutrumpinta struktūrinė formulė



Tai yra sotusis angliavandenilis etanas.

Kai kurių uždavinių „Pasitikrinkite žinias“ atsakymai

I dalis

1.3.	**6.** a) 2 mol; b) 44,8 l; c) $12{,}04 \cdot 10^{23}$. **7.** a) 6,67 l; b) 0,3 mol.
2.3.	**10.** 0,33 mol.
2.4.	**4.** 20 %.
3.1.	**5.** 5,6 l; $1{,}51 \cdot 10^{23}$.
3.3.	**4.** 9,90 l.
3.5.	**3.** a) 0,460 m^3; b) 381 kg.
3.6.	**5.** 1,12 l. **6.** a) 3,36 l; b) Zn perteklius.
4.5.	**2.** 3,4 g; 4,48 l. **4.** 44,6 %.
4.6.	**6.** 3,36 l. **7.** 4,25 l.
4.7.	**8.** 14,2 g; Na_2HPO_4.
4.8.	**6.** 2,24 l. **7.** 0,45 kg; 3,32 kg.
5.2.	**4.** 1,14 mol; 25,5 l.
5.4.	**4.** 0,448 l. **5.** 94,2 %.
5.6.	**5.** 3,75 kg.

II dalis

Įvadas	**5.** a) $4{,}186 \cdot 10^{23}$; b) $7{,}224 \cdot 10^{23}$; c) $1{,}35 \cdot 10^{26}$.
1.1.1.	**7.** a) C – 80 %, H – 20 %; b) C – 83,33 %, H – 16,67 %; c) C – 84,21 %, H – 15,79 %.
1.1.2.	**9.** C_3H_8.
1.1.3.	**6.** a) 14 l; b) 39,2 l; c) 17 500 l. **7.** C_4H_{10}. **8.** ≈ 4,67 m^3. **9.** ≈ 8,285 m^3.
1.2.1.	**6.** a) 9; b) 20; c) $1{,}81 \cdot 10^{24}$; d) $8{,}43 \cdot 10^{24}$.
1.2.2.	**4.** 38 l. **5.** b) Po 20 l.
1.3.	**6.** 90,24 l. **7.** 91,4 %.
1.4.	**2.** a) 2100 l; b) 10 000 l. **5.** 94,31 m^3.
1.5.	**2.** 54 500 kJ. **3.** 28,57 m^3 oro; 3 m^3 CO_2.
2.1.	**6.** 6,72 l. **7.** 690 g; 134,4 l.
2.2.	**6.** 304,27 l. **9.** a) C_3H_6O. **10.** 910,7 kg.
2.3.	**9.** 90 g. **10.** 149,6 g.
5.4.	**3.** d) 57,14 %; 21,2 %.

Periodinė cheminių elementų lentelė

ATOMINĖ MASĖ — 12,0111
ELEKTRONŲ IŠSIDĖSTYMAS — 2 4
SIMBOLIS — C
OKSIDACIJOS LAIPSNIS — −4 +2 +4
PAVADINIMAS — ANGLIS
ATOMINIS SKAIČIUS — 6

BŪSENA:
C KIETOJI
Br SKYSTOJI
O DUJINĖ

- ŠARMINIAI METALAI
- ŠARMINIŲ ŽEMIŲ METALAI
- PEREINAMIEJI METALAI
- KITI METALAI
- NEMETALAI
- PUSMETALIAI

Langelio turinys: simbolis, pavadinimas, atominis skaičius; atominė masė; oksidacijos laipsniai; elektronų išsidėstymas.

PERIODAI	GRUPĖS IA 1	IIA 2	IIIB 3	IVB 4	VB 5	VIB 6	VIIB 7	VIIIB 8	9	10	IB 11	IIB 12	IIIA 13	IVA 14	VA 15	VIA 16	VIIA 17	VIIIA 18	PERIODAI
1	H VANDENILIS 1; 1,00794; +1 −1; 1																	He HELIS 2; 4,00260; 0; 2	1
2	Li LITIS 3; 6,941; +1; 2 1	Be BERILIS 4; 9,01218; +2; 2 2											B BORAS 5; 10,811; +3; 2 3	C ANGLIS 6; 12,007; −4 +2 +4; 2 4	N AZOTAS 7; 14,0067; −3 −2 −1 +1 +2 +3 +4 +5; 2 5	O DEGUONIS 8; 15,9994; −2; 2 6	F FLUORAS 9; 18,9984; −1; 2 7	Ne NEONAS 10; 20,1797; 0; 2 8	2
3	Na NATRIS 11; 22,9898; +1; 2 8 1	Mg MAGNIS 12; 24,305; +2; 2 8 2	P E R E I N A M I E J I					M E T A L A I					Al ALIUMINIS 13; 26,9815; +3; 2 8 3	Si SILICIS 14; 28,0855; −4 +2 +4; 2 8 4	P FOSFORAS 15; 30,9738; −3 +3 +5; 2 8 5	S SIERA 16; 32,066; −2 +4 +6; 2 8 6	Cl CHLORAS 17; 35,457; −1 +1 +3 +5 +7; 2 8 7	Ar ARGONAS 18; 39,948; 0; 2 8 8	3
4	K KALIS 19; 39,0983; +1; 2 8 8 1	Ca KALCIS 20; 40,078; +2; 2 8 8 2	Sc SKANDIS 21; 44,9559; +3; 2 8 9 2	Ti TITANAS 22; 47,67; +2 +3 +4; 2 8 10 2	V VANADIS 23; 50,9415; +2 +3 +4 +5; 2 8 11 2	Cr CHROMAS 24; 51,9961; +2 +3 +6; 2 8 13 1	Mn MANGANAS 25; 54,9380; +2 +3 +4 +7; 2 8 13 2	Fe GELEŽIS 26; 55,845; +2 +3; 2 8 14 2	Co KOBALTAS 27; 58,9332; +2 +3; 2 8 15 2	Ni NIKELIS 28; 58,6934; +2 +3; 2 8 16 2	Cu VARIS 29; 63,546; +1 +2; 2 8 18 1	Zn CINKAS 30; 65,409; +2; 2 8 18 2	Ga GALIS 31; 69,723; +3; 2 8 18 3	Ge GERMANIS 32; 72,5961; +2 +4; 2 8 18 4	As ARSENAS 33; 74,9216; −3 +3 +5; 2 8 18 5	Se SELENAS 34; 78,96; −2 +4 +6; 2 8 18 6	Br BROMAS 35; 79,904; −1 +1 +5; 2 8 18 7	Kr KRIPTONAS 36; 83,79; 0 +2; 2 8 18 8	4
5	Rb RUBIDIS 37; 85,4678; +1; 2 8 18 8 1	Sr STRONCIS 38; 87,62; +2; 2 8 18 8 2	Y ITRIS 39; 88,9059; +3; 2 8 18 9 2	Zr CIRKONIS 40; 91,224; +4; 2 8 18 10 2	Nb NIOBIS 41; 92,9064; +3 +5; 2 8 18 12 1	Mo MOLIBDENAS 42; 95,94; +3 +6; 2 8 18 13 1	Tc TECHNECIS 43; (98); +4 +6 +7; 2 8 18 14 1	Ru RUTENIS 44; 101,07; +3; 2 8 18 15 1	Rh RODIS 45; 102,905; +3; 2 8 18 16 1	Pd PALADIS 46; 106,42; +2 +4; 2 8 18 18	Ag SIDABRAS 47; 107,868; +1; 2 8 18 18 1	Cd KADMIS 48; 112,411; +2; 2 8 18 18 2	In INDIS 49; 114,818; +3; 2 8 18 18 3	Sn ALAVAS 50; 118,710; +2 +4; 2 8 18 18 4	Sb STIBIS 51; 121,760; −3 +3 +5; 2 8 18 18 5	Te TELŪRAS 52; 127,60; −2 +4 +6; 2 8 18 18 6	I JODAS 53; 126,905; −1 +1 +5 +7; 2 8 18 18 7	Xe KSENONAS 54; 131,29; 0 +2 +4 +6; 2 8 18 18 8	5
6	Cs CEZIS 55; 132,905; +1; 2 8 18 18 8 1	Ba BARIS 56; 137,327; +2; 2 8 18 18 8 2	* La-Lu 57-71	Hf HAFNIS 72; 178,49; +4; 2 8 18 32 10 2	Ta TANTALAS 73; 180,948; +5; 2 8 18 32 11 2	W VOLFRAMAS 74; 183,84; +6; 2 8 18 32 12 2	Re RENIS 75; 186,207; +4 +6 +7; 2 8 18 32 13 2	Os OSMIS 76; 190,23; +3 +4; 2 8 18 32 14 2	Ir IRIDIS 77; 192,217; +3 +4; 2 8 18 32 15 2	Pt PLATINA 78; 195,078; +2 +4; 2 8 18 32 17 1	Au AUKSAS 79; 196,966; +1 +3; 2 8 18 32 18 1	Hg GYVSIDABRIS 80; 200,59; +1 +2; 2 8 18 32 18 2	Tl TALIS 81; 204,383; +1 +3; 2 8 18 32 18 3	Pb ŠVINAS 82; 207,2; +2 +4; 2 8 18 32 18 4	Bi BISMUTAS 83; 208,980; +3 +5; 2 8 18 32 18 5	Po POLONIS 84; (209); +2 +4; 2 8 18 32 18 6	At ASTATAS 85; (210); 2 8 18 32 18 7	Rn RADONAS 86; (222); 0; 2 8 18 32 18 8	6
7	Fr FRANCIS 87; (223); +1; 2 8 18 32 18 8 1	Ra RADIS 88; (226); +2; 2 8 18 32 18 8 2	** Ac-Lr 89-103	Rf REZERFORDIS 104; (261); 2 8 18 32 32 10 2	Db DUBNIS 105; (262); 2 8 18 32 32 11 2	Sg SIBORGIS 106; (266); 2 8 18 32 32 12 2	Bh BORIS 107; (264); 2 8 18 32 32 13 2	Hs HASIS 108; (269); 2 8 18 32 32 14 2	Mt MEITNERIS 109; (268); 2 8 18 32 32 15 2	Ds DARMSTADIS 110; (281); 2 8 18 32 32 17 1	Rg RENTGENIS 111; (272); 2 8 18 32 32 18 1	Cn KOPERNIKIS 112; (285)	113	114; (285)	115	116; (289)	117	118; (293)	7

TARP SKLIAUSTŲ – DIRBTINIU BŪDU GAUTŲ RADIOAKTYVIŲJŲ ELEMENTŲ STABILIAUSIŲ IZOTOPŲ MASĖ

LANTANOIDAI

*	La LANTANAS 57; 138,906; +3; 2 8 18 18 9 2	Ce CERIS 58; 140,116; +3 +4; 2 8 18 20 8 2	Pr PRAZEODIMIS 59; 140,908; +3; 2 8 18 21 8 2	Nd NEODIMIS 60; 144,24; +3; 2 8 18 22 8 2	Pm PROMETIS 61; (145); +3; 2 8 18 23 8 2	Sm SAMARIS 62; 150,36; +2 +3; 2 8 18 24 8 2	Eu EUROPIS 63; 151,964; +2 +3; 2 8 18 25 8 2	Gd GADOLINIS 64; 157,25; +3; 2 8 18 25 9 2	Tb TERBIS 65; 158,925; +3; 2 8 18 27 8 2	Dy DISPROZIS 66; 162,50; +3; 2 8 18 28 8 2	Ho HOLMIS 67; 164,930; +3; 2 8 18 29 8 2	Er ERBIS 68; 167,26; +3; 2 8 18 30 8 2	Tm TULIS 69; 168,934; +3; 2 8 18 31 8 2	Yb ITERBIS 70; 173,04; +2 +3; 2 8 18 32 8 2	Lu LIUTECIS 71; 174,967; +3; 2 8 18 32 9 2
**	Ac AKTINIS 89; (227); +3; 2 8 18 32 18 9 2	Th TORIS 90; 232,038; +4; 2 8 18 32 18 10 2	Pa PROTAKTINIS 91; 231,036; +4 +5; 2 8 18 32 20 9 2	U URANAS 92; 238,029; +3 +4 +5 +6; 2 8 18 32 21 9 2	Np NEPTŪNIS 93; (237); +3 +4 +5 +6; 2 8 18 32 22 9 2	Pu PLUTONIS 94; (244); +3 +4 +5 +6; 2 8 18 32 24 8 2	Am AMERICIS 95; (243); +3 +4 +5 +6; 2 8 18 32 25 8 2	Cm KIURIS 96; (247); +3; 2 8 18 32 25 9 2	Bk BERKLIS 97; (247); +3 +4; 2 8 18 32 27 8 2	Cf KALIFORNIS 98; (251); +3; 2 8 18 32 28 8 2	Es EINŠTEINIS 99; (252); 2 8 18 32 29 8 2	Fm FERMIS 100; (257); 2 8 18 32 30 8 2	Md MENDELEVIS 101; (258); 2 8 18 32 31 8 2	No NOBELIS 102; (259); 2 8 18 32 32 8 2	Lr LORENSIS 103; (262); 2 8 18 32 32 9 2

AKTINOIDAI

Rūgščių, hidroksidų ir druskų tirpumas vandenyje

	OH^-	NO_3^-	F^-	Cl^-	Br^-	I^-	S^{2-}	SO_3^{2-}	SO_4^{2-}	CO_3^{2-}	SiO_3^{2-}	PO_4^{2-}	CH_3COO^-
H^+	–	t	t	t	t	t	t	t/SO_2	t	t/CO_2	n	t	t
Li^+	t	t	n	t	t	t	t	t	t	t	n	m	t
NH_4^+	t/NH_3	t	t	t	t	t	t	t	t	t	r	t	t
K^+	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t
Na^+	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t
Ag^+	n/Ag_2O	t	t	n	n	n	n	n	m	m	n	n	m
Ba^{2+}	t	t	m	t	t	t	t	n	n	n	n	n	t
Ca^{2+}	m	t	n	t	t	t	r	n	m	n	n	n	t
Mg^{2+}	n	t	n	t	t	t	r	m	t	m	n	n	t
Zn^{2+}	n	t	n	t	t	t	n	n	t	n	n	n	t
Mn^{2+}	n	t	t	t	t	t	n	n	t	r	n	n	t
Cu^{2+}	n	t	n	t	t	n/CuI	n	n	t	n	n	n	t
Hg^{2+}	n/HgO	t	t	t	m	n	n	n	r	n	n	n	t
Pb^{2+}	n	t	n	m	m	n	n	n	n	n	n	n	t
Fe^{2+}	n	t	t	t	t	t	n	n	t	n	n	n	t
Fe^{3+}	n	t	n	t	t	–	r	r	t	r	n	n	n
Al^{3+}	n	t	m	t	t	t	r	r	t	r	n	n	t
Cr^{3+}	m	t	m	t	t	t	r	r	t	n	n	n	t
Sr^{2+}	m	t	n	t	t	t	t	n	n	n	n	n	t

t – tirpus, m – mažai tirpus, n – netirpus; brūkšnys rodo, kad tokio junginio nėra, r – kad susidarydamas reaguoja su vandeniu.

Jeigu junginys skyla, lentelėje nurodytas skilimo produktas.

Metalų aktyvumo eilė

Li	K	Ca	Na	Mg	Al	Mn	Zn	Cr	Fe	Co	Ni	Sn	Pb	(H_2)	Cu	Hg	Ag	Pt	Au

Redukcinės metalų savybės stiprėja
(neutralių atomų gebėjimas atiduoti elektronus ir virsti teigiamaisiais jonais). ←

Elementų elektrinio neigiamumo vertės

H 2,1							He
Li 1,0	Be 1,5	B 2,0	C 2,5	N 3,0	O 3,4	F 4,0	Ne
Na 0,9	Mg 1,2	Al 1,5	Si 1,8	P 2,2	S 2,6	Cl 3,2	Ar
K 0,8	Ca 1,0	Ga 1,7	Ge 1,9	As 2,1	Se 2,5	Br 2,9	Kr

IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA
B	C	N	O	F
	Si	P	S	Cl
				Br

Žodynėlis

Aldehìdai – organiniai junginiai, kurių molekulėse yra funkcinė aldehido grupė –CHO.

Alkènai – angliavandeniliai, kurių molekulėse tarp anglies atomų yra vienas dvigubasis ryšys.

Alkìnai – angliavandeniliai, kurių molekulėse tarp anglies atomų yra vienas trigubasis ryšys.

Alkohòliai – organiniai junginiai, turintys molekulėje vieną arba kelias funkcines hidroksigrupes (–OH).

Alotròpija – elemento gebėjimas sudaryti kelias vienines medžiagas.

Amìnai – amoniako dariniai, gaunami NH_3 molekulėje vieną ar visus vandenilio atomus pakeitus alkilais.

Aminorū́gštys – karboksirūgštys, kurių molekulėse yra viena arba dvi aminogrupės.

Angliavandẽniai (dar vadinami sacharidais, karbohidratais) – organiniai junginiai, kurių molekulėse yra aldehido arba ketono (karbonilo) grupė ir kelios hidroksigrupės.

Angliavandenìliai – organiniai junginiai, sudaryti iš anglies ir vandenilio.

Arènai, arba **aromãtiniai angliavandenìliai** – angliavandeniliai, turintys benzeno žiedą.

Atmosferà – Žemės rutulį gaubiantis oro sluoksnis.

Atòmas – mažiausia chemiškai nedaloma medžiagos dalelė.

Atòminis mãsės víenetas – dydis, lygus 1/12 anglies izotopo ^{12}C atomo masės.

Atòminis skaĩčius – protonų skaičius atomo branduolyje.

Atòmo mòdelis – atomo samprata pagal atomo sandaros teoriją.

Atòmo sándara – atomą sudarančių dalelių visuma.

Atòmo sim̃bolis (cheminis ženklas) – sutartinis atomo žymėjimas.

Avogãdro konstánta – dalelių skaičius $6{,}02 \cdot 10^{23}$, sudarantis vieną molį medžiagos.

Baltymaĩ – stambiamolekuliai organiniai junginiai, sudaryti iš aminorūgščių liekanų, susijusių peptidiniu ryšiu.

Bãzės – medžiagos, kurių vandeniniame tirpale yra hidroksido jonų OH^-.

Bãzinė grùpė – grupė, suteikianti junginiui bazės savybių (OH^-, CO_3^{2-}).

Bãzinis oksìdas – oksidas, reaguojantis su rūgštinės prigimties medžiagomis.

Bendróji reãkcijos lygtìs rodo, kokios medžiagos reaguoja ir kokios susidaro.

Biosferà – organizmų gyvenamas Žemės rutulio dirvos (litosferos), vandens (hidrosferos) ir oro (atmosferos) sluoksnis.

Bránduolio krũvis – pastovus dydis, lygus branduolio protonų skaičiui.

Chèminė savýbė – medžiagos savybė, išryškėjanti medžiagai reaguojant su kita medžiaga.

Chèminis junginỹs – medžiaga, sudaryta iš cheminiais ryšiais susijusių skirtingų elementų atomų.

Chèminis reageñtas – reaguojanti medžiaga.

Denatūrãvimas – baltymo struktūros pokytis dėl temperatūros ir/ar cheminių medžiagų poveikio.

Difùzija – skirtingų medžiagų molekulių savaiminis maišymasis arba skverbimasis iš vienos medžiagos į kitą, kurį sukelia molekulių judėjimas.

Disociãcija – tirpinamo ar lydomo joninio junginio skilimas į jonus.

Distiliãvimas – skysčio vertimas garais ir garų kondensavimas.

Drùskos – kristalinės struktūros joniniai junginiai, kuriuose metalo (ar amonio) jonai yra susijungę su rūgšties liekana.

Elektrìnis neigiamùmas – elemento atomo savybė prisitraukti elektronus.

Elektrolìzė – ant elektrodų vykstantys oksidacijos ir redukcijos procesai elektrolitu tekant nuolatinei elektros srovei.

Elektròninė fòrmulė rodo elektronų skaičių kiekviename atomo sluoksnyje.

Elektròninė sándara – elektronų išsidėstymas atomo sluoksniuose.

Empìrinė fòrmulė rodo junginį sudarančių dalelių molinį santykį.

Èsterinimo reãkcija – karboksirūgščių ir alkoholių reakcija (rūgšties ir alkoholio pavertimas esteriu).

Fenòlis – benzeno (aromatinio angliavandenilio) darinys, gautas benzeno molekulės vandenilio atomą pakeitus hidroksigrupe (—OH).

Formalìnas – 37–40 % vandeninis metanalio tirpalas.

Formulìnis víenetas – mažiausia atomų grupė, kurios sudėtis atspindi viso junginio kiekybinę sudėtį.

Fùnkcinė grùpė – atomų grupė, kuri lemia svarbiausias atitinkamos junginių klasės savybes.

Grį̃žtamosios reãkcijos – cheminės reakcijos, kurios tomis pačiomis sąlygomis vyksta priešingomis kryptimis.

Halogèninimo reãkcijos – reakcijos su halogenais.

Hidratãcijos reãkcija – vandens prisijungimas.

Hìdrinimo reãkcija – vandenilio H_2 prisijungimas.

Hidroksìdai – joniniai junginiai, kuriuose metalų (ar amonio) jonai susijungę su vienu ar keliais hidroksido jonais.

Homològas – atskiras homologinės eilės narys.

Homològinė eilė̃ – organinių junginių eilė, kurios gretimi nariai skiriasi $-CH_2-$ grupe.

Indikãtoriai – medžiagos, kurios rūgščių ar bazių tirpaluose keičia spalvą.

Izomèrai – medžiagos, kurių vienoda molekulių sudėtis, bet skirtinga struktūra.

Jònas – elektringoji dalelė, kuria virsta atomas, atidavęs arba prisijungęs elektroną.

Jòninė lygtìs rodo, kokių jonų yra tirpale ir kokie iš jų reaguoja tarpusavyje.

Jòninis junginỹs – junginys, sudarytas iš jonų.

Jòninis ryšỹs – cheminis ryšys, jungiantis jonus.

Jonizãcija – atomų ir molekulių virsmas jonais.

Jùnginio struktūrà – atomų jungimosi molekulėje tvarka (arba atomų tarpusavio išsidėstymas).

Karboksirū́gštys – organiniai junginiai, kurių molekulėse yra karboksigrupė $-COOH$.

Katalizãtoriai – medžiagos, kurios pagreitina chemines reakcijas, bet joms vykstant nesieikvoja.

Ketònai – organinių junginių, turinčių karbonilo grupę, klasė.

Kovaleñtinis nepòlinis ryšỹs – ryšys vieninėse medžiagose, kurias sudaro vienodi atomai ir elektronų pora vienodai priklauso abiem atomams.

Kovaleñtinis pòlinis ryšỹs – ryšys sudėtinėse medžiagose, kai elektronų pora, jungianti du skirtingus atomus, yra arčiau to atomo branduolio, kurio elektrinis neigiamumas didesnis.

Kovaleñtinis ryšỹs – cheminis ryšys, atsirandantis susidarant vienai ar kelioms bendroms elektronų poroms.

Krèkingas – terminis naftos ir jos produktų skaidymas, kuriuo gaunamas benzinas ir įvairių angliavandenilių mišiniai.

Kùras – medžiaga, naudojama šilumai, energijai, šviesai gauti.

Laisvóji elektrònų porà – kovalentinio ryšio nesudariusi išorinio sluoksnio (valentinių) elektronų pora.

Mainų̃ reãkcija – dviejų junginių reakcija, kurios metu reaguojančios medžiagos pasikeičia jonais (atomais, grupėmis).

Maĩsto mẽdžiagos – tai organizmui būtinos medžiagos, kurias jis pasisavina ir naudoja gyvybiniams procesams palaikyti.

Maĩsto priẽdai – natūralios ar sintetinės cheminės medžiagos, kurių dedama į maisto produktus, siekiant išlaikyti tam tikras maisto savybes arba suteikti jam papildomų savybių.

Minerãlas – Žemės plutos cheminis junginys arba laisvasis elementas.

Minerãlinės trą̃šos – medžiagos, turinčios tris svarbiausius augalams elementus: azotą N, fosforą P ir kalį K.

Molèkulė – mažiausia medžiagos dalelė, turinti tos medžiagos chemines savybes.

Molekulìnis junginỹs – junginys, sudarytas iš molekulių.

Mòlinė mãsė – vieno medžiagos molio masė, žymima raide *M*. Molinės masės matavimo vienetas yra gramas moliui (g/mol).

Mòlinis dùjų tū̃ris – tūris, kurį užima 1 mol bet kokių dujų, esant 0 °C temperatūrai ir 1 atm ($1{,}013 \cdot 10^5$ Pa) slėgiui. Jis lygus 22,4 l/mol. Molinis tūris žymimas V_m.

Mòlis – medžiagos kiekio vienetas, vienas iš septynių pagrindinių tarptautinės vienetų sistemos (SI) vienetų. Molyje yra tiek dalelių (atomų, molekulių arba jonų), kiek atomų yra 0,012 kg anglies izotopo ^{12}C – $6{,}0223 \cdot 10^{23}$.

Muilaĩ – ilgą anglies grandinę (C_{12}–C_{18}) turinčių karboksirūgščių (riebalų rūgščių) druskos.

Neelektrolìtai – medžiagos, kurių vandeniniai tirpalai arba lydalai nepraleidžia elektros srovės.

Nemetãlai – vieninės medžiagos (kietos, skystos ir dujinės), kurioms būdingas blogas šilumos ir elektrinis laidumas, žema lydymosi ir virimo temperatūra (išskyrus kietų medžiagų); linkę prisijungti elektronus ir virsti neigiamaisiais jonais.

Nesotíeji angliavandenìliai – angliavandeniliai, kurių molekulėje tarp anglies atomų yra dvigubųjų ar trigubųjų ryšių.

Oksidãcija – elektronų atidavimas; organinėje chemijoje – deguonies atomų prijungimas.

Oksidãcijos ir redùkcijos reãkcija – reakcija, kuriai vykstant pakinta elementų oksidacijos laipsnis.

Oksidãcijos láipsnis – sąlyginis atomo krūvis junginyje, kurį atomas įgytų netekdamas valentinių elektronų ar juos prisijungdamas.

Oksìdai – sudėtinės medžiagos, sudarytos iš dviejų elementų, kurių vienas yra deguonis.

Oksidãtorius – medžiagos dalelė (molekulė, atomas ar jonas), kuri prisijungia elektronus.

Oksònio jònas H_3O^+ – hidratuotas vandenilio jonas ($H^+ \cdot H_2O$).

Oktãninis skaĩčius – benzino antidetonacinių savybių rodiklis.

Orgãninė chèmija – chemijos mokslo šaka, tirianti anglies junginius.

Ozònas O_3 – alotropinė deguonies atmaina.

Ozòno skỹlės – suplonėjęs ozono sluoksnis.

Ozòno slúoksnis – 15–50 km aukštyje virš Žemės paviršiaus esantis atmosferos sluoksnis, kuriame susikaupusi didžioji atmosferos ozono dalis.

Pavadãvimo reãkcija – cheminė reakcija, kuriai vykstant vienas elementas junginyje pakeičia kitą.

Péreinamieji elemeñtai – elementai, esantys periodinėje lentelėje tarp IIA ir IIIA grupių; tai IB, IIB, IIIB, IVB, VB, VIB, VIIB ir VIIIB grupių elementai.

Polimèras – didelės molekulinės masės cheminis junginys, susidedantis iš daug kartų pasikartojančių vienodų arba skirtingų atomų grupių.

Polimerizãcijos reãkcijos – reakcijos, kurioms vykstant tarpusavyje jungiasi molekulės sudarydamos ilgas grandines.

Radioaktyvùsis elemeñtas – cheminis elementas, kurio visi izotopai radioaktyvūs, ir todėl jie savaime yra tol, kol susidaro stabilūs naujų elementų atomai.

Reãkcijos prodùktas – reakcijos metu susidariusi medžiaga.

Reãkcijos prodùkto ìšeiga – praktinio ir teorinio reakcijos produkto kiekių, masių ar tūrių santykis (%).

Redùkcija – elektronų prisijungimas; organinėje chemijoje – vandenilio atomų prijungimas.

Redùktorius – dalelė, kuri atiduoda elektronus.

Riebalaĩ – glicerolio ir riebalų rūgščių esteriai.

Rūgščióji druskà – druska, kurios rūgšties liekanos anijone yra vandenilio ($NaHCO_3$).

Rūgštìnis oksìdas – su bazinės prigimties medžiagomis reaguojantis oksidas.

Rūgštìs – medžiaga, kurios vandeniniame tirpale yra vandenilio jonų $H^+(aq)$.

Rūgštùsis lietùs – užterštos atmosferinės nuotekos, žalingos aplinkai.

Santykìnis dùjų tañkis – dydis, kuris rodo, kiek kartų vienos dujos sunkesnės už kitas. Žymimas raide *D*.

Silpnóji rūgštìs – rūgštis, praskiestame tirpale suskylanti į jonus tik iš dalies.

Skilìmo reãkcijos – reakcijos, kurių metu iš vienos pradinės medžiagos susidaro dvi ar daugiau medžiagų.

Sotíeji angliavandenìliai (alkãnai) – angliavandeniliai, kurių molekulėse tarp anglies atomų yra tik viengubieji ryšiai.

Stiprióji rūgštìs – rūgštis, praskiestame tirpale visiškai suskylanti į jonus.

Sublimãcija – cheminio elemento arba cheminio junginio virsmas garais tiesiogiai iš kietosios agregatinės būsenos aplenkiant skystąją.

Sudėtìnė mẽdžiaga – medžiaga, sudaryta iš įvairių rūšių elementų atomų ar jonų.

Tañkis – kiekvienos medžiagos masės ir jos tūrio santykis.

Taškìnė elektròninė fòrmulė – iš elemento simbolio ir taškų sudaryta formulė, kuri rodo elektronų skaičių išoriniame sluoksnyje.

Technològija – procesų ir įrenginių, reikalingų tam tikrai produkcijai gauti, nuosekli visuma.

Uolíena – gamtinis savitos sudėties mineralų mišinys, slūgstantis Žemės plutoje.

Váistai – specialiai pagamintos ir vartoti tinkamos vaistinės medžiagos, kurios padeda išvengti ligų ir gydyti nuo jų.

Valentingùmas – cheminio elemento atomų ryšių, sudaromų su kitais atomais, skaičius.

Valeñtiniai elektrònai – A grupės elemento atomo išorinio sluoksnio elektronai, galintys dalyvauti cheminiuose ryšiuose.

Vandenìlinis ryšỹs – ryšys tarp laisvą elektronų porą turinčio elektriškai neigiamesnio atomo ir vandenilio atomo, prijungto prie kito, elektriškai neigiamesnio atomo.

Vienìnė mẽdžiaga – medžiaga, sudaryta iš vienos rūšies atomų (vieno elemento).

Žãliava – perdirbti skirta medžiaga.

Rengiant iliustracijas pasinaudota šiais leidiniais:

The elements. Silicion / Jens Thomas, Marshall: Cavendish Corporation, 2002
The elements. Chlorine / Susan Walt, Marshall: Cavendish Corporation, 2002
Chlorine in perspektive. EURO CHLOR: Communications Department
McLean J. *Chemistry*. Longman Co-ordinated
Milner B., Oliver R. *Chemistry*: Cambridge University, 1997
RoseMarie Gallagher, Paul Ingram, Peter Whitehead, *Co-ordinated SCIENCE. Chemistry*: Oxford University, 1996
Antony C. Wilbraham, Denis D. Staley. *Chemistry*: Teacher's Edition, Addison-Wesley Publishing Company, 1993
Bäure W., Fröchtenicht E., Ganz G. u. a. *Prisma chemie 7–10*: Ernst Klett Schulbuchverlage: Stuttgart, 2006
Chemie heute – Sekundarbereich I. Gesamtband / Bearbeiten von Hans-Dieter Barke, Klaus Dehnert u. a.: Schroedel Verlag, 2004

Iliustracijų šaltiniai

v – viršuje, a – apačioje, k – kairėje, d – dešinėje, c – centre

Viršelio nuotrauka: shutterstock.com / © Africa Studio / ID: 121065925

Shutterstock.com nuotraukos:

p. 5 a (iš kairės į dešinę): © Michal Durinik / ID: 72214348, © pasphotography / ID: 1461124, © Fesus Robert / ID: 107957843, © Nagel Photography / ID: 83448292; p. 7 v, p. 13 v, p. 29 v, p. 44 v, p. 64 v, p. 87 v © Sebastian Duda / ID: 57201814; p. 7 a (iš kairės į dešinę, iš viršaus į apačią): © Noraluca013 / ID: 76286749, © MarcelClemens / ID: 107472713, © Fribus Ekaterina / ID: 60936355, © Antonio S / ID: 35287579, © Zbynek Burival / ID: 81070492, p. 8 v (iš kairės į dešinę, iš viršaus į apačią): © Richard Peterson / ID: 54298720, © Smokedsalmon / ID: 94437574, © Wlad74 / ID: 131840057, © Vitaly Raduntsev / ID: 41019277, © paulrommer / ID: 43505173, © Tyler Boyes / ID: 56061232; p. 15 c © jonson / ID: 79370452; p. 16 c © Alexander Chaikin / ID: 7980094; p. 25 ck © LittleStocker / ID: 120992203; p. 31 c (iš kairės į dešinę): © K-Mike / ID: 36056974, © Tamelina / ID: 35215255; p. 31 ad © Aleksei Smolensky / ID: 105199664; p. 32 v (iš kairės į dešinę): © carlosvelayos / ID: 132624125, © MarcelClemens / ID: 105762842, © Nicholas Sutcliffe / ID: 403526; p. 32 ck © Kuttelvaserova Stuchelova / ID: 110171942; p. 41 c © Palo_ok / ID: 96936686; p. 41 a © Joanne Harris and Daniel Bubnich / ID: 1113473; p. 50 c © Rigamondis / ID: 80665750; p. 54 v (iš kairės į dešinę): © Moreno Soppelsa / ID: 65088292, © Roberto Cerruti / ID: 81471055, © Laborant / ID: 79778860; p. 62 c © Mary Terriberry / ID: 68777392; p. 67 ck © Anettphoto / ID: 66390229; p. 77 a © Ilizi / ID: 129921629; p. 78 a (iš kairės į dešinę): © PRILL / ID: 86968042, © Milkovasa / ID: 25338574; p. 80 ck © Kasia Bialasiewicz / ID: 121188085; p. 80 ad © Nagel Photography / ID: 83448289; p. 82 ck © Winai Tepsuttinun / ID: 104863691; p. 88 a (iš kairės į dešinę, iš viršaus į apačią): © M Rutherford / ID: 88741837, © Smileus / ID: 71481652, © Horia Bogdan / ID: 55795141, ID: 121806193; p. 90 v (iš viršaus į apačią): © FreshPaint / ID: 60411439, © Anneka / ID: 121608052; p. 91 v © Vladyslav Starozhylov / ID: 117094450; p. 91 a © Ivo Petkov / ID: 131196302; p. 94 v (iš viršaus į apačią): © hangingpixels / ID: 112331462, © Dumitrescu Ciprian-Florin / ID: 59402635; p. 95 ad © Davor Pukljak / 54052018; p. 96 a © zhu difeng / ID: 88143670; p. 97 vd © Coprid / ID: 116471677; p. 97 c (iš kairės į dešinę, iš viršaus į apačią): © Fribus Ekaterina / ID: 60936355, © Zelenskaya / ID: 75346801, © J. Palys / ID: 126794327, © Boris Sosnovyy / ID: 94257304, © afitz / ID: 85864168, © Ilizia / ID: 119459104, © humbak / ID: 129133220; p. 100 v (iš kairės į dešinę): © Tyler Boyes / ID: 56068801, © Zelenskaya / ID: 110601551, © Zelenskaya / ID: 88664263, © Siim Sepp / ID: 141265540; p. 100 a (iš kairės į dešinę): © Imfoto / ID: 107397215, © Manamana / ID: 2100001, © Imfoto / ID: 107397212; p. 102 v (iš kairės į dešinę): © Alena Brozova / ID: 75767662, © Alina Cardiae Photography / ID: 107176277, © Siim Sepp / ID: 123033127; p. 102 a (iš kairės į dešinę): © Simon Krzic / ID: 21081706, © Simon Krzic / ID: 21081730; p. 103 c © Tigger11th / ID: 90428317; p. 106 a (iš kairės į dešinę): © Cardaf / ID: 117314188, © inacio pires / ID: 99625619, © Volodymyr Burdiak / ID: 110019635, © Ondrej83 / ID: 118977436; p. 108 v, p. 113 v, p. 152 v, p. 187 v, p. 200 v © Sebastian Duda / ID: 57201769; p. 136 ak © Nicku / ID: 89105836; p. 140 v (iš kairės į dešinę): © SMarina / ID: 90110260, © nuttapong / ID: 111348245, © Le Do / ID: 16023643; p. 142 a © Zorandim / ID: 92869309; p. 146 c (iš kairės į dešinę): © Rob Wilson / ID: 30987406, © Marynchenko Oleksandr / ID: 86306170, © Marynchenko Oleksandr / ID: 86469946; p. 147 v © Chezlov / ID: 59479225; p. 165 v © GVictoria / ID: 2168317;

p. 165 ad © yamix / ID: 78923878; p. 166 vk © Andrii Gorulko / ID: 110408693; p. 166 c (iš kairės į dešinę): © Viktar Malyshchyts / ID: 96235106, © Scisetti Alfio / ID: 115788049, © Dionisvera / ID: 67619593; p. 166 a (iš kairės į dešinę): © ULKASTUDIO / ID: 115773709, © Andrii Gorulko / ID: 93497551; p. 167 vd © Dionisvera / ID: 105517112; p. 169 a (iš kairės į dešinę, iš viršaus į apačią): © Viktar Malyshchyts / ID: 53697658, © LubaShi / ID: 54061966, © Sally Scott / ID: 98394089; p. 170 v (iš kairės į dešinę, iš viršaus į apačią): © Kletr / ID: 134946344, © Dionisvera / ID: 90138865, © Alkestida / ID: 64045879, © Garsya / ID: 117823183; p. 174 c (iš kairės į dešinę): © Madlen / ID: 41539762, © Lisovskaya Natalia / ID: 113132833; p. 175 c (iš viršaus į apačią): © Maks Narodenko / ID: 80838427, © Dionisvera / ID: 120587353, © Roman Samokhin / ID: 87195874, © gillmar / ID: 97984547, © topseller / ID: 121577113, © Viktar Malyshchyts / ID: 97906622, © Maks Narodenko / ID: 105308315, © Tim UR / ID: 94795900; p. 181 ck © jirapong / ID: 119050780; p. 181 ad © DVARG / ID: 103148093; p. 182 vk © kirillov alexey / ID: 114208180; p. 182 c (iš viršaus į apačią): © Alena Ozerova / ID: 71147881, © Miodrag Trajkovic / ID: 44262304; p. 194 c (iš kairės į dešinę): © Serg64 / ID: 71593105, © Rudchenko Liliia / ID: 54802642; p. 201 vd © Timmary / ID: 75001120; p. 201 cd © mihalec / ID: 65800537; p. 202 ck © kedrov / ID: 65564263; p. 208 c © Africa Studio / ID: 110197682; p. 209 a © Nattika / ID: 58562884; p. 210 ck © sudalim / ID: 42077563; p. 210 ad (iš kairės į dešinę, iš viršaus į apačią): © deamles for sale / ID: 108873557, © Yuriy Boyko / ID: 70849210, © withGod / ID: 90323467; p. 211 vd (iš kairės į dešinę, iš viršaus į apačią): © Sashkin / ID: 92742772, © Olivier Le Queinec / ID: 23010835, © Kitch Bain / ID: 57916300, © winnond / ID: 56968333

Edvardo Jazgevičiaus nuotraukos:

p. 27 c; p. 39 c; p. 46 ck; p. 55 c; p. 57 a; p. 70 ck; p. 75 a; p. 92 v; p. 138 v; p. 156 v; p. 156 c; p. 160 v; p. 163 a; p. 164 v

P. 8 (Mirabilitas) Mirabilite - Locality: Martinach, Switzerland - Exposed in the Mineralogical Museum, Bonn, Germany. © Photo by User: Ra'ike (Benutzer:Ra'ike), 15 March 2009 / Wikimedia Commons / Under the Creative Commons Attribution-ShareAlike 3.0 Unported (CC BY-SA 3.0) license [http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/deed.en]
P. 8 (Čilės salietra) Kalkammonsalpeter, 27% N NH4NO3 + 4% MgO. © Photo by User: Rasbak / Wikimedia Commons / Under the Creative Commons Attribution-ShareAlike 3.0 Unported (CC BY-SA 3.0) license [http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/deed.en]
P. 19 ad © Bettmann/CORBIS
P. 25 vd © Bettmann/CORBIS
P. 37 v Photogravure von H. Liffart, Berlin. From the book: Zeitschrift für Physikalische Chemie, Band 2, von 1888. Scanned, image processed and uploaded by Kuebi = Armin Kübelbeck / Wikimedia Commons / Public domain image
P. 48 a False-color view of total ozone over the Antarctic pole. 24 September 1991. NASA Ozone Watch. http://ozonewatch.gsfc.nasa.gov/ / Image used under NASA general permission [http://www.jsc.nasa.gov/policies.html#Guidelines]
P. 73 ad © Austrian Archives/CORBIS
P. 78 ck A chunk of white phosphorus in water. © Photo by Wilco Oelen, 26-08-2005. http://woelen.homescience.net/science/ / Under the Creative Commons Attribution-ShareAlike 3.0 Unported (CC BY-SA 3.0) license [http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/deed.en]
P. 78 cd Very fine red phosphorus powder. © Photo by Wilco Oelen, 15-06-2005. http://woelen.homescience.net/science/ / Under the Creative Commons Attribution-ShareAlike 3.0 Unported (CC BY-SA 3.0) license [http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/deed.en]
P. 82 a Plakatas: Vartok čili salietrą – turėsi nepaprastą derlių. Dailininkas Petras Rimša. Apie 1930 m. Žiedo spaustuvė. Kaunas. Popierius. 48×65 cm. © Lietuvos nacionalinis muziejus, www.lnm.lt
P. 94 ak Reginos Jasiūnienės nuotrauka
P. 145 a „ORLEN Lietuva“ buvusi AB „Mažeikių nafta“. © Vartotojo: Algirdas nuotrauka, 2006 m. gegužės 17 d. / Wikimedia Commons / Pagal Creative Commons Attribution-ShareAlike 3.0 Unported (CC BY-SA 3.0) licenciją [http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/]
P. 165 ak Vanilla chamissonis habitat. © Photo by Dalton Holland Baptista, 2007. / http://en.citizendium.org/ / Under the Creative Commons Attribution-ShareAlike 3.0 Unported (CC BY-SA 3.0) license [http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/]
P. 181 (Juodoji drignė) Hyoscyamus niger, Solanaceae, Henbane, Stinking Nightshade, flowers; Botanical Garden KIT, Karlsruhe, Germany. © Photo by H. Zell, 21 June 2009 / Wikimedia Commons / Under the Creative Commons Attribution-ShareAlike 3.0 Unported (CC BY-SA 3.0) license [http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/]
P. 188 v © Lietuvos Respublikos sveikatos apsaugos ministerija, www.sam.lt

Regina Jasiūnienė, Virgina Valentinavičienė
CHEMIJA
Vadovėlis X klasei

Leidinio vadovas *Regimantas Baltrušaitis*
Redaktorės *Danutė Sabonytė, Zita Šliavaitė*
Dailininkė *Aldona Griškevičienė*
Dizainerė *Kristina Jėčiūtė*
Meninis redaktorius *Elvis Zovė*
Maketuotoja *Rūta Deltuvaitė*

Tir. 4500 egz.
Uždaroji akcinė bendrovė leidykla „Šviesa“,
E. Ožeškienės g. 10, LT-44252 Kaunas
El. p. mail@sviesa.lt
Interneto puslapis http://www.sviesa.lt
Spausdino UAB „BALTO print“,
Utenos g. 41A, LT-08217 Vilnius

Vadovėlio komplektą X klasei sudaro:
Vadovėlis
Pirmasis darbo sąsiuvinis
Antrasis darbo sąsiuvinis

